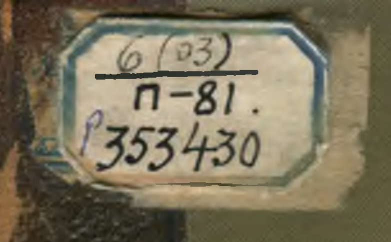




Промышленность и техника

Томъ V

Промышленность и техника

Энциклопедія промышленныхъ знаній

профессоровъ: **Аренса, Арндта, Ворхерса, Брюггемана, Вильке, Вюста Гари, Гедике, Гейнцерлинга, Гехта, Грунмаха, Гюртлера, Далена, Зеттегаста, Крамера, Крафта, Лассара-Кана, Лёвенталя, Линда, Мите, Песслера, Плива, Рело, Рея, Ровальда, Розенбома, Трептова, Троске, Фаульвассера, Шварца, Шмидта, Эбе** и мн. др.

Полный переводъ съ IX нѣмецкаго изданія съ значительными оригинальными дополненіями, подъ редакціей профессоровъ

А. А. Байкова, В. И. Баумана, Н. А. Гезехуса, В. Я. Добровлянскаго, А. Н. Митинскаго, И. В. Мушкетова, В. В. Скобельцына, В. В. Эвальда и др.

---

100 выпусковъ или 10 томовъ въ роскошн. полукожан. перепл. Около 8000 страницъ, 7000 рисунк. въ текстѣ и 100 хромолитогр., картъ, плановъ въ краскахъ и черн. картинъ.

Томъ V

С.-Петербургъ

Изданіе Книгоиздательскаго Т-ва „Просвѣщеніе“, Невскій 50

Горное дѣло и металлургія

профессоровъ

В. Борхерса, Ф. Вюета и Е. Трептова

Полный переводъ съ IX нѣмецкаго изданія съ значительными дополненіями, подъ редакц. профессоровъ С.-Петербургскаго Горнаго Института Екатерины II

И. В. Мушкетова и В. И. Баумана

---

600 рисунковъ въ текстѣ и 12 хромолитографій, картъ, плановъ и отдѣльныхъ гравюръ



С.-Петербургъ

Типографія Книгоиздательскаго Т-ва „Просвѣщеніе", 7 рота, 20

1901

Дозволено цензурою. Спб., 17 марта 1901 г.

Оглавленіе.

Горный промыселъ.

Профессора Э. Трептова.

Металлургія.

Общая часть металлургіи: металлургія чугуна, желѣза и стали, и часть металлургіи другихъ металловъ (полученіе марганца, хрома, вольфрама, висмута, олова и свинца) переведены горн. инж. В. И. Соколовымъ и П. Г. Рубинымъ.

Перечень иллюстрацій.

Карты въ краскахъ.

Отдѣльныя гравюры.

Рисунки въ текстѣ.

Горный промыселъ.



Добываніе соли.

Картина Клейнъ-Шевалье, въ залѣ засѣданій корол. прусск. горнаго правленія Галле. По фотографіи Фр. Мёллера въ Галле на З.

Введеніе.

Необыкновенно быстрое развитіе различныхъ отраслей техники является, какъ извѣстно, однимъ изъ самыхъ поразительныхъ явленій второй половины настоящаго столѣтія.

Куда бы мы ни обратились — вездѣ замѣтно громадное и плодотворное вліяніе, которое оказало изученіе естественныхъ наукъ и приложеніе добытыхъ ими истинъ къ различнымъ отраслямъ техники. Механическія и другія приспособленія, примѣняемыя въ техникѣ, получили такое разнообразіе, одно изобрѣтеніе такъ быстро слѣдовало за другимъ, что конецъ нашего столѣтія, которое по праву и съ гордостью называли вѣкомъ пара, является въ то же время и началомъ новой эпохи, которой электричество открываетъ новыя, до сихъ поръ неизвѣстныя перспективы.

Если мы обратимся къ современнымъ средствамъ передвиженія, къ пароходамъ, бороздящимъ наши моря, къ паровозамъ, несущимъ насъ съ быстротою вѣтра по полотну желѣзныхъ дорогъ; если мы вспомнимъ о телеграфѣ и телефонѣ, помощью которыхъ достигается возможность быстраго и непосредственнаго сношенія между собою людей, отстоящихъ на многія сотни и тысячи верстъ другъ отъ друга; если мы обратимся къ машинамъ и инструментамъ, примѣняемымъ нынѣ въ различныхъ отрасляхъ техники, къ орудіямъ, начиная съ вращающихся башенъ, снабженныхъ гигантскими орудіями и кончая новѣйшими магазинными ружьями, разсмотримъ механизмы и инструменты, помощью которыхъ изготовляются различные предметы, необходимые для нашего повседневнаго обихода, для высшихъ потребностей искусства и науки; если мы остановимся на матерьялѣ, изъ котораго они сдѣланы, изслѣдуемъ внимательно источникъ ихъ движущей силы, то мы необходимо придемъ къ убѣжденію, что съ каждымъ годомъ мы — все больше и больше

нуждаемся въ минеральныхъ продуктахъ, извлекаемыхъ изъ нѣдръ земли и что съ этими продуктами связано удовлетвореніе насущныхъ потребностей современнаго человѣчества.

Въ самомъ дѣлѣ: что сталось бы съ постоянно развивающимися и достигшими такого блестящаго состоянія промышленностью и культурой XIX столѣтія, если бы мы не обладали въ нѣдрахъ земли неистощимыми запасами горючаго въ видѣ угля и рудъ, для выплавки изъ нихъ различныхъ металловъ.

Потребность въ минеральныхъ продуктахъ, столь рѣзко проявляющаяся въ настоящее время, существовала во всѣ времена съ самаго начала культурной жизни человѣчества. Если примѣненіе различныхъ орудій само по себѣ совпадаетъ съ появленіемъ человѣка на землѣ, то только съ началомъ добычи и примѣненія продуктовъ ископаемаго царства для выдѣлки этихъ орудій, человѣкъ пріобрѣлъ надежное средство въ борьбѣ за существованіе съ окружающей природой и могъ сдѣлаться ея повелителемъ.

При такихъ условіяхъ становится вполнѣ понятнымъ, что горный и горнозаводскій промыслы, занимающіеся извлеченіемъ различныхъ продуктовъ изъ нѣдръ земли и дальнѣйшею ихъ (т. е. продуктовъ) обработкою, имѣютъ громадное значеніе въ народномъ хозяйствѣ и должны возбуждать большой интересъ во всякомъ человѣкѣ.

Горный промыселъ имѣетъ цѣлью добычу угля, рудъ, солей и другихъ полезныхъ ископаемыхъ изъ нѣдръ земли. Изъ ископаемыхъ этихъ получаются на горныхъ и химическихъ заводахъ металлы и различные химическіе продукты, дающіе сырой матеріалъ для различныхъ отраслей промышленности, изготовляющихъ изъ нихъ всевозможныя издѣлія, необходимыя для насъ въ жизни.

Но горное дѣло возбуждаетъ въ насъ интересъ не только своимъ громаднымъ значеніемъ для народнаго хозяйства страны, но массою и разнообразіемъ своихъ продуктовъ, грандіозностью своихъ сооруженій и громаднымъ числомъ занятыхъ имъ рабочихъ.

Еще больше того своеобразная обстановка, въ которой производится добыча ископаемыхъ, работа въ темной глубинѣ, среди иногда волшебной по красотѣ обстановки, но и среди самыхъ разнообразныхъ опасностей, угрожающихъ рабочимъ на каждомъ шагу, также заставляетъ желать распространенія свѣдѣн й о горномъ дѣлѣ, о работѣ въ рудникахъ среди болѣе широкаго круга читатеілей.

Многіе восхищались великолѣпнымъ цвѣтомъ, блескомъ и красивою формою кристалловъ, видѣнныхъ ими въ минералогическихъ музеяхъ. Нѣкоторые изъ читателей, быть можетъ, не разъ опускались въ шахты и наслаждались блескомъ руды въ жилахъ, ослѣпительнымъ отраженіемъ свѣта отъ глыбъ соли въ каменно-соляныхъ мѣсторожденіяхъ, или видомъ каменнаго угля, представляющагося въ рудникѣ часто похожимъ на тысячи черныхъ алмазовъ, отражающихъ падающіе на нихъ лучи. Эти читатели до нѣкоторой степе ни ознакомились съ тайнами подземныхъ глубинъ и насладились ихъ своеобразной прелестью.

Къ сожалѣнію намъ часто приходится слышать и о тѣхъ несчастіяхъ, которыми окружены рабочіе на рудникахъ. То происходитъ взрывъ газа, мгновенно распространяющійся по руднику и уничтожающій все на своемъ пути; то произойдетъ пожаръ въ шахтѣ или другихъ выработкахъ и развивающимися при этомъ газами удушитъ рабочихъ, застигнутыхъ имъ; часто рудникъ затопляется почти мгновенно подземными водами, на внезапные потоки которыхъ легко натолкнуться при разработкѣ; наконецъ часто крѣпь не выдерживаетъ давленія породъ, послѣднія обрушиваются большими массами, угрожая не только рабочимъ на глубинѣ, но и населенію на поверхности, гдѣ эти обвалы нерѣдко отражаются въ видѣ настоящихъ землетрясеній.

Настоящая книга является попыткой ввести читателя въ неизвѣстную для него область горнаго дѣла.

Прежде, однако, чѣмъ приступить къ изложенію современнаго положенія горнаго промысла и описанію нѣкоторыхъ мѣсторожденій, на которыхъ сосредоточена добыча различныхъ ископаемыхъ въ настоящее время, полезно остановиться на исторіи развитія горнаго промысла, такъ какъ параллельно съ постепеннымъ развитіемъ потребленія различныхъ ископаемыхъ продуктовъ, происходило столь же постепенное развитіе и улучшеніе способовъ ихъ добычи.

Здѣсь же будетъ данъ краткій очеркъ постепеннаго распространенія горнаго промысла по всей поверхности земли и указана частая замѣна одной страны другою въ роли главной производительницы различныхъ продуктовъ минеральнаго царства.

* *
*

Исторія горнаго промысла.

Доисторическій періодъ.

Въ противоположность историческому періоду жизни человѣчества, продолжительность котораго даже для наиболѣе древнихъ культурныхъ народовъ не превышаетъ 5—6 тысячъ лѣтъ, періодъ доисторическій обнимаетъ собою гораздо бо̀льшій промежутокъ времени, продолжавшійся, вѣроятно, сотни тысячъ лѣтъ.

Остатки человѣка этого періода, находимые въ пещерахъ, торфяныхъ болотахъ, свайныхъ постройкахъ, курганахъ и др. мѣстахъ, вмѣстѣ съ изслѣдованіями жизни современныхъ дикарей показываютъ, что естественные камни, въ ихъ необработанномъ видѣ, служили вмѣстѣ съ деревомъ, костями, рогами убитыхъ животныхъ и другими предметами однимъ изъ первыхъ орудій человѣка для нападенія и самозащиты. Съ теченіемъ времени люди научились, хотя и грубо, обдѣлывать эти предметы шлифовкою и полировкою, и это, а равно и первыя попытки искусственной добычи камней, наиболѣе подходящихъ по своимъ свойствамъ, для выдѣлки различныхъ орудій — мы и должны принять за первые начатки горнаго дѣла на землѣ.

Матеріаломъ для выдѣлки орудій служили раньше и служатъ теперь у дикарей — кремень, обсидіанъ и особенно нефритъ — минералъ, отличающійся большою вязкостью и поэтому особенно пригодный для приготовленія топоровъ и др. орудій для нападенія.

Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ подобные минералы встрѣчаются въ большомъ количествѣ и удобномъ для добычи видѣ, возникли настоящія мастерскія для выдѣлки изъ нихъ разныхъ издѣлій, распространявшихся путемъ мѣновой торговли на значительныя пространства.

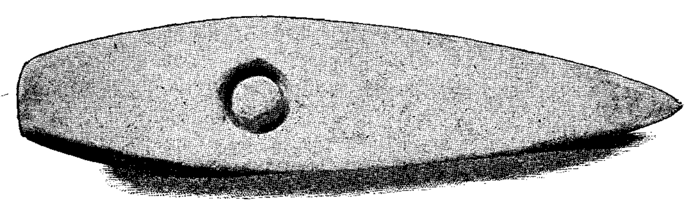
Примѣромъ такихъ мѣстъ можетъ служить островъ Рюгенъ, гдѣ среди бѣлаго мѣла попадаются въ изобиліи желваки кремня, особенно пригодные для выдѣлки молотковъ, топоровъ, ножей, наконечниковъ стрѣлъ и др. предметовъ, служившихъ въ древности объектомъ мѣновой торговли. Остатки подобныхъ мастерскихъ встрѣчаются и въ Новомъ Свѣтѣ; такъ, напримѣръ, въ шт. Миссури (Сѣв. Америка) встрѣчаются кремни, особенно пригодные для выдѣлки ножей. Остатки мастерскихъ для выдѣлки различныхъ орудій имѣются и близъ мѣсторожденій самородной мѣди у Верхняго озера и во многихъ другихъ мѣстахъ.

Съ теченіемъ времени человѣкъ научился лѣпить изъ глины и обжигать кирпичи для построекъ и различные предметы домашняго обихода, научился приготовлять стекло — издѣлія изъ котораго и, особенно, бусы въ качествѣ украшенія попадаются въ самыхъ старыхъ могилахъ.

Изъ металловъ были извѣстны только тѣ, которые встрѣчаются въ самородномъ состояніи и изъ нихъ особенно золото, встрѣчающееся, хотя и въ небольшомъ количествѣ, во многихъ мѣстахъ земного шара и легко добываемое изъ розсыпей.

Вмѣстѣ съ золотомъ, употреблявшимся для выдѣлки украшеній, часто примѣнялась для выдѣлки разныхъ предметовъ самородная мѣдь, отличающаяся значительной ковкостью и, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ, самородное желѣзо, встрѣчающееся только въ видѣ метеоритовъ (фиг. 9), но въ такомъ состояніи не всегда обладающее достаточной ковкостью. Изъ числа другихъ минераловъ особенно цѣнилась, какъ приправа къ кушаньямъ, соль, добываемая изъ морской воды и изъ источниковъ и распространявшаяся на далекія разстоянія, какъ предметъ мѣновой торговли.

Для полноты къ приведеннымъ уже минераламъ, находившимъ примѣненіе для выдѣлки орудій и утвари, мы должны прибавить еще различныя минеральныя краски (мѣлъ, бѣлая и желтая глина, желѣзная охра, киноварь и др.), служившія древнимъ для окраски сосудовъ и тѣла, а равно и различные цвѣтные минералы, которые, вмѣстѣ съ засушенными плодами, раковинами, зубами хищныхъ животныхъ и др. предметами носились и носятся теперь дикарями, какъ украшенія. Изъ числа такихъ минераловъ большимъ распространеніемъ пользовались, напримѣръ, серебристо-бѣлая слюда у индѣйцевъ Сѣв. Америки, амазонскій камень и хризопразъ (разновидность опала) у мексиканцевъ, янтарь у средне-европейцевъ и т. п.



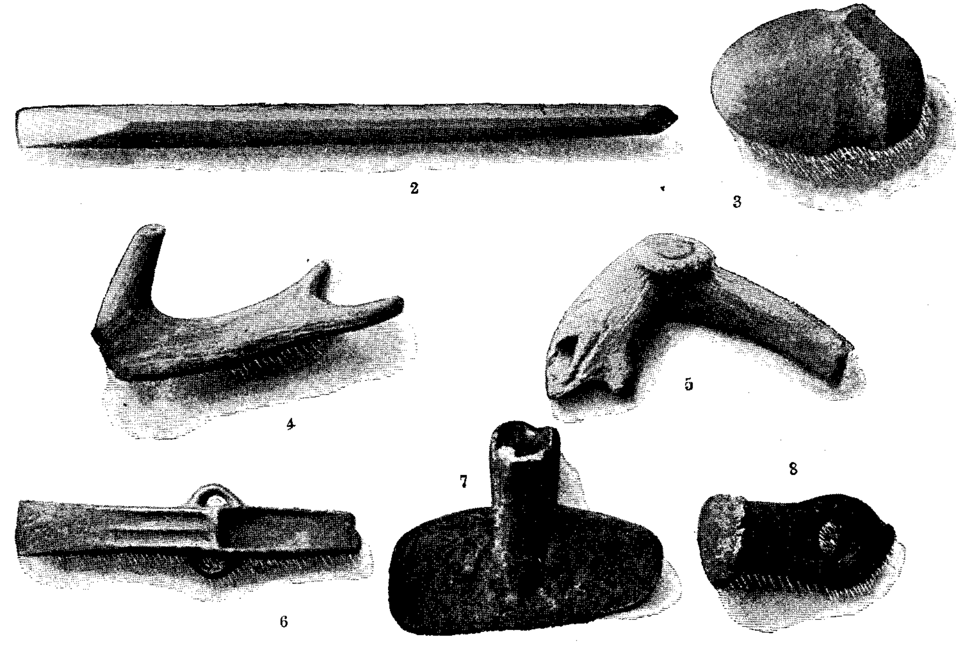
1. Начатое пробуриванье отверстія въ каменномъ молоткѣ.
(Образецъ хранится въ провинціальномъ музеѣ въ Данцигѣ.)

Особенно поучительнымъ въ смыслѣ исторіи развитія горной техники является способъ пробуриванья отверстій въ орудіяхъ каменнаго вѣка. Какъ археологическая рѣдкость попадаются иногда экземпляры этихъ орудій (см. фиг. 1), гдѣ пробуриванье отверстій было начато, но не закончено и гдѣ можно видѣть, что человѣкомъ каменнаго вѣка примѣнялся способъ буренія съ оставленіемъ внутренняго ядра.

Пробуривалось, вѣроятно, пустотѣлой костью, подъ которую подводился порошокъ болѣе твердаго минерала, только кольцевое пространство, діаметръ котораго равнялся діаметру предполагавшагося отверстія — внутри же этого пространства оставался столбикъ породы. Съ теченіемъ времени этотъ способъ буренія съ оставленіемъ внутренняго ядра былъ забытъ и только въ 1846 г. инженеръ Лешо (Leschot) вновь примѣнилъ его для буренія глубокихъ скважинъ въ твердыхъ породахъ помощью пустотѣлой коронки съ насаженными по окружности ея алмазами. Такимъ образомъ идея способа алмазнаго буренія, пользующагося въ настоящее время широкимъ распространеніемъ при буреніи глубокихъ скважинъ, имѣлась еще въ каменномъ вѣкѣ и, быть можетъ, именно благодаря находкамъ орудій этого вѣка въ свайныхъ постройкахъ, швейцарскому инженеру Лешо и пришла на умъ идея предложеннаго имъ способа буренія.

Примѣненіе каменныхъ орудій облегчило доисторическому человѣку и современному дикарю добычу и обработку другихъ болѣе мелкихъ породъ и камней. И дѣйствительно: среди находокъ каменнаго вѣка мы встрѣчаемъ орудія, повидимому служившія спеціально для добычи и обдѣлки другихъ породъ. На рис. 2 представленъ небольшой каменный ломъ въ 48 см. длины

и 3 см. поперечнаго сѣченія, сдѣланный изъ глинистаго сланца и служившій для добычи болѣе мягкихъ породъ. Другой примѣръ находки каменныхъ орудій примѣнявшихся для добычи породъ мы имѣемъ въ древнихъ разработкахъ мѣдныхъ рудъ въ горахъ El Aramo на сѣверѣ Испаніи[1]. Въ этихъ рудникахъ было найдено значительное количество весьма грубыхъ каменныхъ орудій, служившихъ для добычи известковаго шпата, въ которомъ разсѣяны мѣдныя руды, и остатковъ оленьихъ костей, служившихъ для добычи мягкихъ глинистыхъ породъ. На фиг. 3 представленъ найденный тамъ каменный молотокъ вѣсомъ въ 1,9 клг., состоящій изъ валуна прѣсноводнаго кремня съ желобомъ по его окружности, служившимъ для укрѣпленія ремня, а на фиг. 4 и 5 остатки костей, служившихъ для добычи мягкихъ породъ. Молотки, подобные изображенному на фиг. 3, были найдены въ старыхъ раз-



2—8. **Горныя орудія изъ камня, оленьихъ костей и бронзы.** (1/5 естеств. вел.)
2 каменный ломъ, 3 каменный молотокъ, 4 и 5 куски оленьихъ рогъ, 6 долото, 7 лопата, 8 молотокъ изъ бронзы.
По образцамъ горной академіи въ Фрейбергѣ.

работкахъ штокообразныхъ залежей колчедана близъ Ріо Тинто въ южной Испаніи, въ разработкахъ ртути близъ с. Никитовки въ Донецкомъ бассейнѣ и примѣняются еще и до сихъ поръ индѣйцами Боливіи.

На томъ же рудникѣ въ горахъ El Aramo сохранились и другія каменныя орудія, служившія какъ это видно по ихъ формѣ и слѣдамъ изнашиванья, молотками, которые держались прямо въ рукѣ, клиньями, жерновами для размалыванья рудъ и т. п. предметы, находки которыхъ свидѣтельствуютъ о довольно значительномъ развитіи горнаго промысла уже въ каменномъ вѣкѣ.

Добыча рудъ послужила толчкомъ къ открытію искусства выплавки металловъ — мѣди и желѣза и впослѣдствіи приготовленію бронзы и стали. Это открытіе въ свою очередь облегчило человѣчеству обработку болѣе твер-

---

[1] См. Dory, „Les mines préhistoriques de l'Aramo, Asturies", въ „Revue universelle des mines" 1894).

дыхъ камней. Народы, достигшіе такой высоты культуры, оставили въ своихъ постройкахъ слѣды своего существованія, сохранившіеся до нашего времени и мы такимъ образомъ вступаемъ уже въ историческій періодъ жизни человѣчества. Для полноты здѣсь умѣстно прибавить, что многія изъ древнѣйшихъ сооруженій въ Азіи и Египтѣ построены на гипсовомъ цементѣ и что, такимъ образомъ, способъ приготовленія этого послѣдняго обжигомъ сырого гипса, его измельченіемъ и смѣшиваньемъ съ водою былъ извѣстенъ уже въ это отдаленное время.

Частое пользованіе огнемъ для металлургическихъ операцій и для обжига глиняныхъ издѣлій дало человѣку много указаній относительно дѣйствія жара и послѣдующаго охлажденія на твердыя горныя породы. Это обстоятельство въ свою очередь заставило прибѣгнуть къ дѣйствію огня для облегченія добычи твердыхъ породъ и такимъ образомъ уже въ это отдаленное время человѣчество ознакомилось съ такъ называемой огненной работой, которая, вмѣстѣ съ работой клиньями и кирками, были единственнымъ средствомъ для добычи твердыхъ породъ вплоть до 1690 г. по Р. X., начиная съ котораго въ рудничномъ дѣлѣ входитъ въ употребленіе порохострѣльная работа.

На фиг. 6, 7 и 8 представлены бронзовые инструменты для добычи горныхъ породъ, найденные въ различныхъ древнихъ рудникахъ. Фиг. 6 представляетъ собою родъ долота, прикрѣплявшагося помощью ремня къ продырявленной рукояткѣ. Фиг. 7 и 8 — отлитые изъ бронзы лопата и молотокъ, найденные въ одномъ изъ оставленныхъ нынѣ серебряныхъ рудниковъ близъ мѣстечка Guantayaja (въ 180 килом. къ востоку отъ Икwикве). Относительно двухъ послѣднихъ инструментовъ необходимо замѣтить, что рудникъ, въ которомъ они найдены, разрабатывался, какъ это доказываютъ сохранившіеся остатки построекъ, уже послѣ завоеванія страны испанцами и что, слѣдовательно, оба эти инструмента легко могли быть приготовлены въ это сравнительно недавнее время, за невозможностью вслѣдствіе прервавшихся почему-либо сношеній съ берегомъ — получить соотвѣтствующіе стальные инструменты.

Въ археологіи возбуждалъ много споровъ вопросъ о томъ, предшествовалъ ли бронзовый вѣкъ желѣзному или наоборотъ, причемъ до послѣдняго времени перевѣсъ былъ на сторонѣ перваго мнѣнія, подтверждавшагося, повидимому, тѣмъ обстоятельствомъ, что среди древнѣйшихъ находокъ бронзовыя издѣлія встрѣчаются значительно чаще желѣзныхъ.

Такъ какъ данный вопросъ представляетъ нѣкоторый интересъ не только для археологіи вообще, а и для исторіи металлургіи въ частности, то мы и остановимся на немъ нѣсколько подробнѣе, руководствуясь главнѣйше весьма интереснымъ сочиненіемъ д-ра Бека — Исторія желѣза (Beck'a „Die Geschichte des Eisens").

Д-ръ Бекъ, исходя изъ того положенія, что легко возстановляемыя охристыя желѣзныя руды встрѣчаются часто и большими массами, что онѣ своей яркой буровато-красной окраской (бурые и красные желѣзняки) и металлическимъ блескомъ (желѣзный блескъ) должны были привлекать къ себѣ вниманіе человѣка столько же, сколько и охристыя мѣдныя руды и что, наконецъ, возстановленіе желѣза изъ этихъ рудъ ничуть не затруднительнѣе возстановленія мѣди изъ ея охристыхъ рудъ, заключаетъ о томъ, что искусство выплавки желѣза должно было быть извѣстно человѣку ранѣе искусства выплавки мѣди.

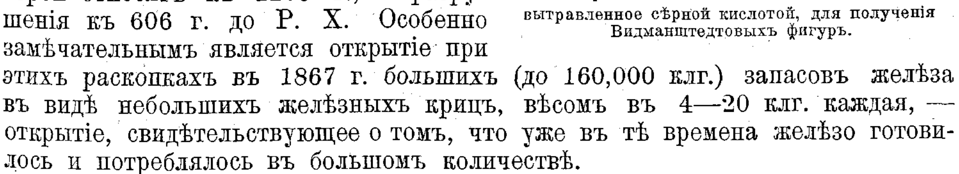
Такъ какъ далѣе бронза древнихъ издѣлій имѣетъ довольно постоянный составъ (около 90% мѣди и 10% олова) и по соображеніямъ металлургическимъ можетъ быть получена совмѣстною плавкою уже готовыхъ металловъ — мѣди и олова — то, по мнѣнію Бека, слѣдуетъ допустить, что до

появленія бронзы человѣчеству должны были быть уже извѣстны способы выплавки мѣди и олова, т. е. что вѣку бронзовому долженъ предшествовать вѣкъ мѣдный, а слѣдовательно и вѣкъ желѣзный.

То обстоятельство, что олово было извѣстно человѣчеству во времена глубокой древности, подтверждается, по мнѣнію Бека, находками различныхъ издѣлій изъ бронзы, спаянныхъ оловяннымъ припоемъ, а малое распространеніе оловянныхъ рудъ свидѣтельствуетъ о томъ, что производство издѣлій изъ бронзы сосредоточивалось въ немногихъ мѣстахъ и издѣлія эти распространялись оттуда путемъ мѣновой торговли.

Тотъ фактъ, что среди археологическихъ находокъ бронзовыя издѣлія встрѣчаются гораздо чаще мѣдныхъ, г. Бекъ объясняетъ тѣмъ, что послѣднія часто переплавлялись въ бронзовыя, которыя цѣнились дороже вслѣдствіе своего болѣе красиваго вида и большей твердости.

Наконецъ, относительную, по сравненію съ бронзовыми издѣліями, рѣдкость желѣзныхъ издѣлій среди археологическихъ находокъ д-ръ Бекъ объясняетъ меньшей устойчивостью желѣза противъ разрушительнаго дѣйствія атмосферы и влажности.



9. **Метеорное желѣзо изъ Толука въ Мексикѣ,** вытравленное сѣрной кислотой, для полученія Видманштедтовыхъ фигуръ.

Несмотря, однако, на такую легкую разрушаемость желѣза атмосферными агентами, мы имѣемъ нѣсколько находокъ желѣзныхъ издѣлій, указывающихъ на большую, относительно древность ихъ появленія. Такъ въ 1837 г. при вынутіи нѣкоторыхъ камней изъ большой пирамиды Хеопса, время постройки которой относятъ къ 3000 г. до Р. Х., въ одномъ изъ внутреннихъ швовъ было найдено желѣзное орудіе, очевидно оставленное тамъ во время постройки. Далѣе масса желѣзнаго оружія всякаго рода была найдена при раскопкахъ Ниневіи, время основанія которой относятъ къ 1206 г., а разрушенія къ 606 г. до Р. Х. Особенно замѣчательнымъ является открытіе при этихъ раскопкахъ въ 1867 г. большихъ (до 160,000 клг.) запасовъ желѣза въ видѣ небольшихъ желѣзныхъ крицъ, вѣсомъ въ 4—20 клг. каждая, — открытіе, свидѣтельствующее о томъ, что уже въ тѣ времена желѣзо готовилось и потреблялось въ большомъ количествѣ.

Относительная древность искусства выплавки желѣза подтверждается и литературными источниками. Такъ уже въ I книгѣ Моисея упоминается о сказочномъ кузнецѣ Тувалкаинѣ, жившемъ за 3000 лѣтъ до Р. Х. Китайскія лѣтописи также упоминаютъ о томъ, что искусство выплавки желѣза изъ рудъ было извѣстно уже за 3000 лѣтъ до нашей эпохи. Наконецъ изъ Египта мы имѣемъ свѣдѣнія о разрабатывавшихся въ глубокой древности желѣзныхъ рудникахъ въ восточной части страны между Ниломъ и Краснымъ моремъ, о желѣзныхъ рудникахъ на Синайскомъ полуостровѣ и въ Эфіопіи.

Всѣ эти факты заставляютъ, по мнѣнію Бека, отодвинуть значительно далѣе назадъ время открытія выплавки желѣза изъ рудъ.

Значительное распространеніе бронзовыхъ издѣлій объясняется отчасти тѣмъ, что въ древности не умѣли дѣлать отливокъ изъ мѣди и желѣза. Изобрѣтеніе бронзы потому именно и является значительнымъ успѣхомъ въ области металлургіи, что оно позволило дѣлать различныя отливки, отли-

чающіяся отъ издѣлій изъ мѣди не только большей легкостью своего производства, но и большей твердостью, каковою обладаетъ бронза съ содержаніемъ 10% олова.

Для болѣе художественныхъ издѣлій, которымъ послѣдующей обработкой помощью напильника, шлифовки и гравировки желали придать болѣе изящный видъ, примѣнялись другіе сплавы, содержащіе, кромѣ мѣди, 15—25% олова, еще нѣсколько процентовъ свинца, прибавленіе котораго сообщало сплаву большую легкоплавность и мягкость.

Такіе сплавы представляются, однако, сравнительно рѣдкими среди старыхъ бронзовыхъ издѣлій, большая однородность состава которыхъ служитъ лишнимъ доказательствомъ въ пользу того, что издѣлія эти изготовлялись въ немногихъ сравнительно мѣстахъ и распространялись повсемѣстно путемъ мѣновой торговли, получившей въ то время значительное развитіе.

Иногда въ составѣ старыхъ бронзовыхъ издѣлій имѣются значительныя количества цинка, мышьяка, сурьмы, желѣза, никкеля, серебра и другихъ примѣсей, присутствіе которыхъ объясняется примѣсью къ рудамъ, изъ которыхъ получалась мѣдь, и несовершенствомъ самой плавки, не позволявшимъ отдѣлить эти примѣси, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто и въ настоящее время при полученіи такъ называемой черной мѣди. Въ частности присутствіе цинка и полученіе такъ называемой латуни объясняется тѣмъ, что въ плавку вводился галмей (углекислый цинкъ), изъ котораго въ соприкосновеніи съ древеснымъ углемъ возстановлялся металлическій цинкъ.

Всѣ перечисленные доводы подтверждаютъ, по мнѣнію Бека, то обстоятельство, что выплавка желѣза изъ охристыхъ рудъ, какъ процессъ сравнительно простой долженъ былъ быть извѣстенъ древнимъ ранѣе болѣе сложнаго процесса—полученія бронзы, и что этотъ послѣдній слѣдуетъ разсматривать какъ болѣе высокую степень развитія металлургическихъ знаній у первобытнаго человѣчества.

Присоединяясь въ общемъ къ этому мнѣнію Бека, авторъ настоящей книги считаетъ необходимымъ замѣтить, что это мнѣніе нельзя считать безусловно справедливымъ для различныхъ мѣстностей.

По мнѣнію автора въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, благодаря наличности подходящихъ рудъ и др. естественныхъ условій, искусство полученія бронзы могло быть извѣстно ранѣе изобрѣтенія способа выплавки желѣза изъ рудъ, въ другихъ наоборотъ — первое предшествовало второму. Наконецъ существовали и такія мѣстности, гдѣ, благодаря отсутствію благопріятныхъ условій, не могло развиться ни первое, ни второе производство и ихъ населеніе должно было довольствоваться изготовленіемъ каменныхъ орудій, получая орудія изъ бронзы и желѣза изъ другихъ мѣстъ, гдѣ это дѣло развилось ранѣе.

Наиболѣе типичнымъ примѣромъ народовъ съ самостоятельно и при различныхъ условіяхъ развившейся культурой служатъ первобытные народы Америки, Африки и Австраліи. На примѣрѣ этихъ народовъ легко убѣдиться во вліяніи совокупности различныхъ условій на распространеніе металлургическихъ знаній.

Такъ первобытные жители Сѣверной Америки до прихода европейцевъ были знакомы только съ приготовленіемъ орудій изъ самородной мѣди, встрѣчающейся на берегахъ Верхняго озера. Искусство выплавки металловъ изъ рудъ, приготовленія бронзы и отливки изъ нея разныхъ издѣлій было имъ неизвѣстно.

Наоборотъ въ отличающемся значительной высотой культурнаго развитія царствѣ ацтековъ, въ нынѣшней Мексикѣ и царствѣ инковъ въ Южной Америкѣ, благодаря значительному разнообразію рудныхъ богатствъ—металлургическая промышленность достигла ко времени прихода испанцевъ зна-

10. **Обработка гранита у древнихъ египтянъ.**

Гранитная глыба съ углубленіями отъ клиньевъ съ каменоломни близъ Ассуана.

11. **Добыча и обработка песчаника у древнихъ египтянъ.**

Каменоломни близъ Зельсилей.

Фиг. 10 и 11 составлены по фотографіямъ д-ра А. Штюбеля.

чительнаго развитія и населеніе этихъ государствъ было, помимо добычи золота и серебра, хорошо знакомо съ выплавкою мѣди и свинца изъ рудъ, съ приготовленіемъ бронзы и отливкою изъ нея разныхъ издѣлій и, повидимому, съ полученіемъ желѣза.

Примѣромъ такихъ народовъ, которымъ было извѣстно полученіе желѣза и неизвѣстны способы приготовленія бронзы, могутъ служить многія негритянскія племена внутренней Африки и наконецъ примѣромъ народовъ, до сихъ поръ довольствующихся орудіями изъ дерева и камня и не знакомыхъ съ употребленіемъ металловъ, могутъ служить нѣкоторыя австралійскія племена.

Горный промыселъ въ древности.

До насъ дошли лишь крайне скудныя свѣдѣнія о положеніи горнаго дѣла въ началѣ исторической жизни человѣчества. Такая скудость свѣдѣній о промыслѣ, имѣвшемъ уже въ то время важное государственное значеніе по цѣнности доставляемыхъ имъ продуктовъ, объясняется главнѣйше весьма малымъ вниманіемъ, которымъ пользовались всѣ вообще техническія знанія среди тогдашняго образованнаго общества. Занятія горнымъ промысломъ были удѣломъ покоренныхъ и обращенныхъ въ рабство народовъ и считались недостойными для свободнаго гражданина. Самая техника добычи полезныхъ ископаемыхъ стояла на низкой степени развитія и не могла представить сколько-нибудь значительнаго интереса для болѣе широкаго круга читателей; наконецъ писатели, главнѣйше римскіе, оставившіе намъ нѣсколько описаній отдѣльныхъ рудниковъ, не были спеціалистами въ горномъ дѣлѣ, интересовались имъ исключительно какъ диллетанты, почему сообщаемыя ими свѣдѣнія имѣютъ, большею частью, отрывочный и случайный характеръ.

Присоединивъ къ свѣдѣніямъ, заимствованнымъ изъ римскихъ источниковъ, данныя, заимствованныя изъ археологическихъ изслѣдованій, мы можемъ дать слѣдующую примѣрную картину состоянія горнаго дѣла и дѣла обработки естественныхъ минеральныхъ продуктовъ у культурныхъ народовъ древности.

Египтяне были уже въ глубокой древности хорошо знакомы съ дѣломъ обработки камней, на что указываютъ сохранившіяся до настоящаго времени громадныя каменныя сооруженія, возведенныя этимъ народомъ. Благодаря своеобразнымъ климатическимъ условіямъ Египта, древнія каменоломни сохранились настолько хорошо, что мы имѣемъ въ настоящее время достаточно полную картину способа добычи каменныхъ плитъ для различныхъ сооруженій и пріемовъ ихъ обработки. На фиг. 10 и 11 даны изображенія двухъ древнихъ каменоломень, ясно показывающихъ способъ добычи камней и ихъ обработки. Отдѣленіе большихъ массъ камня начиналось производствомъ широкихъ врубовъ сзади и по бокамъ отдѣляемой массы, послѣ чего въ эти врубы вгонялись клинья, дѣйствіемъ которыхъ она и отдѣлялась отъ основной массы. Полученный такимъ образомъ большой параллепипедъ породы тѣмъ же способомъ дробился на болѣе мелкія части.

Примѣръ колодца Іосифа въ Каирѣ показываетъ значительное искусство египтянъ въ производствѣ другихъ горныхъ работъ. Колодезь этотъ, сооруженный по мнѣнію археологовъ за 3500 л. до Р. Х., состоитъ изъ двухъ шахтъ верхней въ 50 и нижней въ 40 метр. глубины, между которыми имѣется куполообразная камера съ находящимся въ ней бассейномъ для сбора воды, доставляемой изъ нижней шахты.

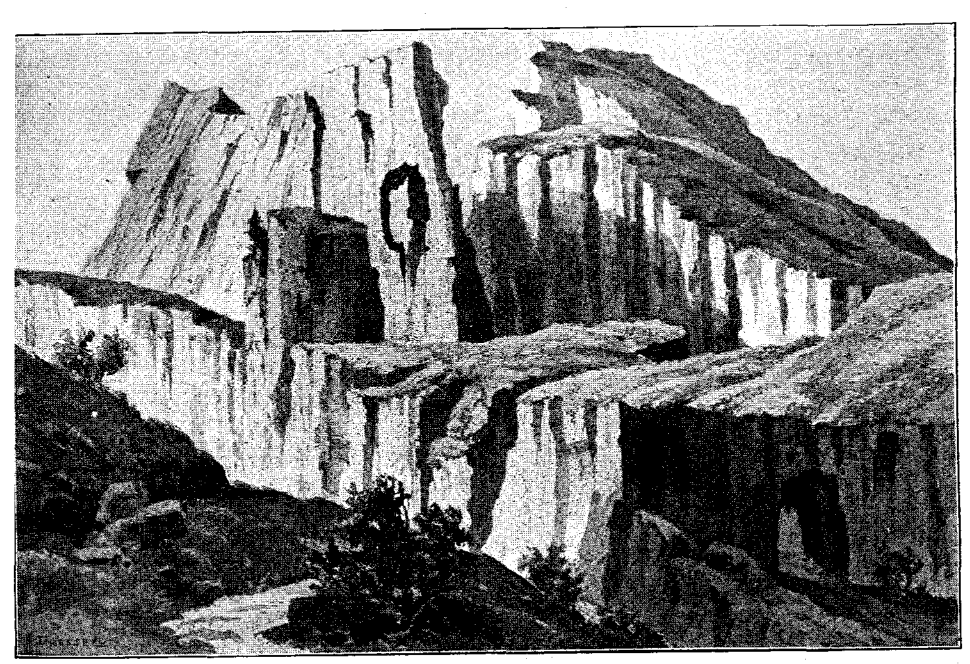
Вода изъ нижней шахты въ этотъ бассейнъ и оттуда на поверхность доставлялась норіями, состоящими изъ глиняныхъ сосудовъ, привѣшанныхъ къ веревкамъ.

Вокругъ верхней шахты вырытъ спиральный ходъ, по которому въ ка-

меру спускались животныя, приводившія въ движеніе воротъ, служившій для подъема воды.

Приведенныхъ примѣровъ достаточно для доказательства высокой сравнительно степени развитія горной техники среди египтянъ. Присоединивъ сюда еще заимствованное у Діодора описаніе одного изъ египетскихъ рудниковъ для добычи золота въ Нубіи (самое названіе которой по египетски означало золото) и извѣстные мѣдные рудники въ долинѣ Мегары на Синайскомъ полуостровѣ, мы увидимъ, что горныя работы велись египтянами уже съ незапамятныхъ временъ не только для добычи строительнаго матерьяла, но и для добычи металловъ.

Миѳъ о походѣ аргонавтовъ въ Колхиду для добычи золотого руна — показываетъ, что уже грекамъ героическаго періода были извѣстны разсказы



12. **Римскія разработки въ Верошпатакѣ (Венгрія).** (Къ стр. 15.)

о промывкѣ богатыхъ золотоносныхъ розсыпей Кавказа съ цѣлью извлеченія золота.

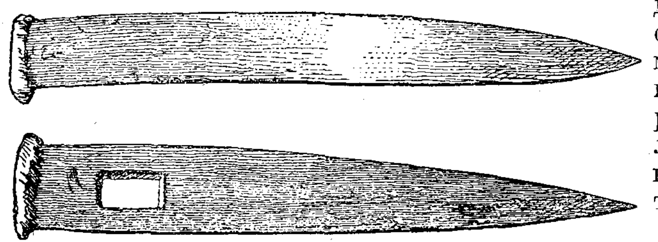
Жители этой страны вели промывку золотоноснаго песка на подстилкѣ изъ бараньихъ шкуръ, въ шерсти которыхъ запутывались тяжелыя частицы золота въ то время, какъ болѣе легкія и округленныя частицы песку сносились потокомъ воды [1]. Въ собственной Греціи были извѣстны въ глубокой древности аѳинскіе рудники серебро-свинцовыхъ рудъ въ Лавриконѣ (Лауріумѣ) и не лишено вѣроятія предположеніе, что походы персовъ, знакомыхъ съ обработкою металловъ, могли способствовать развитію горнаго дѣла на Балканскомъ полуостровѣ.

О положеніи горнаго дѣла въ Азіи мы имѣемъ крайне ограниченныя свѣдѣнія, что объясняется быть можетъ тѣмъ, что многія и притомъ въ

---

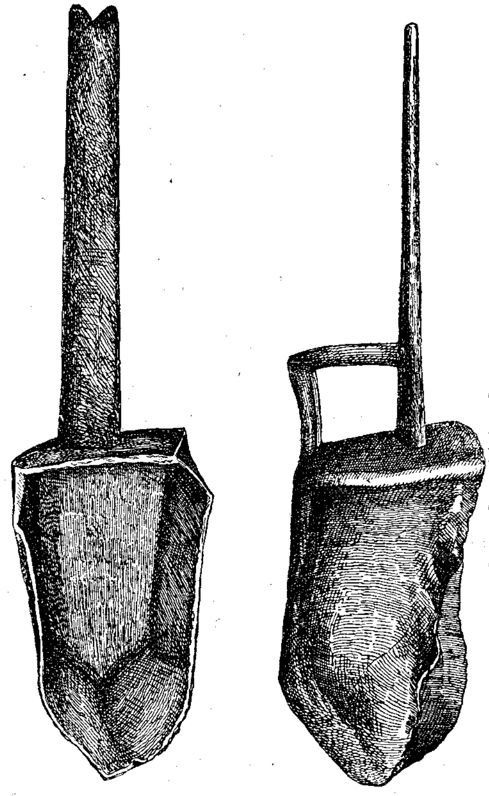
[1] Совершенно такимъ же способомъ при помощи бараньихъ шкуръ промывается золото въ настоящее время во многихъ мѣстностяхъ Туркестана и вообще въ Средней Азіи. *Прим. ред.*

древности наиболѣе населенныя и культурныя части этой страны остаются для насъ еще и теперь малоизвѣстными. Только изъ находокъ, среди которыхъ попадаются такіе памятники искусства, которые до сихъ поръ возбуждаютъ въ насъ удивленіе своими размѣрами, мы можемъ заключить, что искусство выплавки и обработки металловъ стояло тамъ уже въ глубокой древности на значительной высотѣ.



13 и 14. **Желѣзныя орудія изъ разработокъ въ Виллафранкѣ.**

Среди такихъ находокъ особенно замѣчательна желѣзная колонна въ Дели, бывшемъ въ теченіи многихъ тысячелѣтій столицею различныхъ индѣйскихъ государствъ. Колонна покрыта санскритскими письменами, имѣетъ 16 мет. вышины, 0,4 мет. въ діаметрѣ, вѣситъ слѣдовательно до 17,000 килогр. и состоитъ изъ одного куска желѣза. Желѣзныя балки въ 6 мет. длиною попадаются во многихъ древнихъ храмахъ и если мнѣнія ученыхъ по вопросу о древности этихъ сооруженій значительно расходятся между собою (нѣкоторые относятъ время ихъ сооруженія къ эпохѣ 1000 л. до Р. Х., а другіе къ первымъ вѣкамъ нашей эры), то все-таки наличность подобныхъ памятниковъ заставляетъ насъ предположить о высокомъ развнтіи горнозаводской техники, сдѣлавшей возможнымъ возведеніе такихъ грандіозныхъ сравнительно сооруженій изъ желѣза, при тѣхъ ничтожныхъ средствахъ, какими человѣчество обладало въ то время.



15 и 16. **Рудничныя лампы изъ свинца, найденныя въ Виллафранкѣ.**

О высокомъ развитіи желѣзодѣлательнаго производства у народовъ этой части свѣта свидѣтельствуетъ еще и тотъ фактъ, что за 2000 л. до Р. Х. индусы, арабы, финикіяне умѣли уже приготовлять оружіе изъ стали.

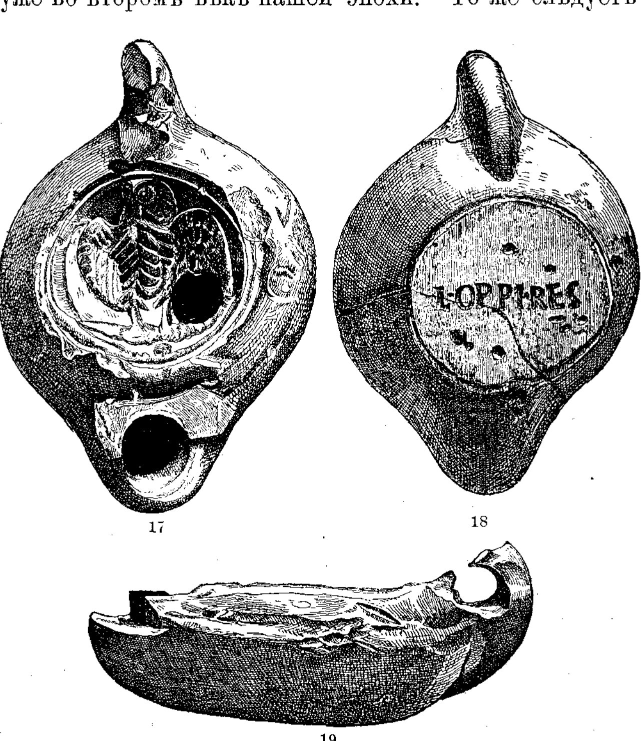
Изъ Азіи переняли карѳагеняне и перенесли въ Испанію искусство добычи ископаемыхъ, начавъ разработку серебряныхъ рудниковъ этой страны, а знаменитые мореплаватели древности — финикіяне, положили начало горному дѣлу въ Англіи.

Средоточіемъ древней кельтской культуры послужили окрестности современнаго города Галльштадта, гдѣ еще за много столѣтій до Р. Х. началась и продолжается до настоящаго времени добыча каменной соли. При раскопкѣ древнихъ могилъ въ этой мѣстности было найдено впервые столь значительное количество различныхъ издѣлій изъ бронзы, что самый этотъ періодъ развитія человѣчества получилъ свое названіе по имени даннаго города.

Наслѣдство этихъ народовъ перешло къ римлянамъ вмѣстѣ съ развитіемъ всемірнаго господства послѣднихъ и, начиная съ этого времени, мы встрѣчаемся со слѣдами римской культуры въ завоеванныхъ ими провинціяхъ.

Разработка золотоносныхъ рудъ въ Испаніи была описана съ достаточной для своего времени обстоятельностью Пливіемъ; во времена императора Августа велась разработка ртутныхъ рудниковъ въ Альмаденѣ и было извѣстно свойство ртути давать амальгаму съ благородными металлами, изъ которой послѣдніе могутъ быть выдѣлены нагрѣваніемъ и испареніемъ ртути. Желѣзо изъ Noricum'а пользовалось уже въ древности большимъ распространеніемъ за свои хорошія качества. Находками римскихъ монетъ въ оставленныхъ рудникахъ близъ Гюттенберга было доказано, что рудники эти разрабатывались римлянами уже во второмъ вѣкѣ нашей эпохи. То-же слѣдуетъ сказать и о золотоносныхъ рудникахъ близъ Верошпатака, въ древней римской провинціи Дакіи — нынѣшней Венгріи, гдѣ имѣются большія оставленныя разработки, признаваемыя за римскія (см. фиг. 12).

Найденныя тамъ восковыя дощечки съ римскими подписями относятся къ срединѣ второго столѣтія нашей эпохи. На Рейнѣ и въ Галліи также имѣются слѣды древне-римскихъ разработокъ и именно здѣсь были сдѣланы нѣкоторыя находки, оставшіяся послѣ римлянъ. Такъ на фиг. 13 и 14 представлены сохранившіяся въ разработкахъ желѣзныя орудія для добычи ископаемыхъ; на фиг. 15 и 16 своеобразные сосуды изъ свинцовыхъ листовъ, служившіе вѣроятно лампами, на черт. 17 — 19 глиняная лампа, украшенная на верху изображеніемъ совы, а на нижней поверхности имѣющая латинскую подпись, вѣроятно мастера, ее изготовившаго [1].



17—19. **Римскія глиняныя лампы изъ Верошпатака (Венгрія).**
17 видъ сверху, 18 — снизу, 19 — сбоку.

Что римляне владѣли хорошо познаніями, необходимыми для веденія большихъ подземныхъ работъ, доказывается проведеніемъ большой водоотводной штольни изъ долины рѣки Liri, одного изъ притоковъ Garigliano до Фуцинскаго озера.

Фуцинское озеро лежитъ къ востоку отъ города Рима въ Абруцскихъ горахъ и занимало ранѣе площадь въ 15,000 гектаровъ. Такъ какъ озеро не имѣло никакого естественнаго истока, то каждую весну во время поло-

---

[1] M. Danbrée, Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule — Paris 1881.

водья уровень воды въ немъ значительно повышался, отчего затоплялись многочисленныя поселенія, расположенныя по его берегамъ. Желаніе помочь этому горю и понизить вмѣстѣ съ тѣмъ горизонтъ воды въ озерѣ, дабы увеличить площадь земли, пригодной для земледѣлія, побудило римлянъ приступить въ царствованіе императора Клавдія къ ироведенію названной штольни. По описанію Сектоніуса этой работой были заняты 30,000 челов. въ продолженіи 11 лѣтъ. Дабы ускорить проведеніе штольни, работа велась многими встрѣчными забоями, для чего по направленію штольни были углублены до 40 отвѣсныхъ шахтъ въ 80—120 метр. глубиною и еще большее число наклонныхъ шахтъ подъ угломъ въ 16—20° къ горизонту. Достигнувъ шахтами горизонта проектируемой штольни вели изъ нихъ выработки по направленію этой послѣдней до встрѣчи съ такими же выработками, заданными изъ сосѣднихъ шахтъ [1].

Штольня имѣла 3 метр. высоты и 1,8 метр. ширины и черезъ 11 лѣтъ сооруженіе ея было закончено, что предохраняло въ теченіе многихъ столѣтій жителей окрестностей озера отъ наводненій. Съ теченіемъ времени штольня обвалилась, такъ какъ была плохо закрѣплена и лишь въ 1862—75 гг. была вновь возобновлена, причемъ во многихъ мѣстахъ были вскрыты старыя работы римлянъ.

Приведенныхъ примѣровъ достаточно, чтобы сказать, что проведеніе подземныхъ горныхъ выработокъ не представляло неодолимыхъ затрудненій для древнихъ культурныхъ народовъ. Лишь значительно увеличивающійся вмѣстѣ съ глубиною разработокъ притокъ воды въ рудникѣ ставилъ предѣлы распространенію горныхъ работъ въ глубину, такъ какъ справиться съ сколько-нибудь значительнымъ притокомъ воды, при тогдашнихъ весьма примитивныхъ водоотливныхъ средствахъ, не было никакой возможности. Правильному веденію горныхъ работъ мѣшала также невозможность использовать съ выгодою получающееся при такомъ веденіи большое количество бѣдныхъ рудъ, такъ какъ пріемы обогащенія этихъ послѣднихъ были въ то время мало распространены.

Съ современной точки зрѣнія представляется крайне незначительнымъ общее число металловъ, находившихъ себѣ въ то время сколько-нибудь значительный спросъ.

Кромѣ благородныхъ металловъ золота и серебра въ сколько-нибудь значительномъ количествѣ потреблялись только слѣдующіе металлы: мѣдь, желѣзо и сталь, сплавы мѣди съ оловомъ и цинкомъ, свинецъ—главнымъ образомъ для приготовленія водопроводныхъ трубъ, остатки которыхъ находятся при раскопкахъ Помпеи и объ устройствѣ которыхъ говорится въ сочиненіи Витрувія (около 30 г. до Р. Х.) объ архитектурѣ и Фронтена въ его сочиненіи о римскихъ водопроводахъ. Ртуть была извѣстна древнимъ, но потреблялась ими въ крайне ограниченномъ количествѣ, равно какъ цинкъ и сурьма.

Горный промыселъ въ средніе вѣка.

Съ распаденіемъ римской имперіи въ IV вѣкѣ по Р. Х. погибла и римская культура, а вмѣстѣ съ нею и начатки горнаго промысла. Только начиная съ того времени, когда вновь образовавшіяся сѣверныя государства достаточно окрѣпли—снова возникаетъ наряду съ другими промыслами и горный промыселъ, о чемъ свидѣтельствуютъ многочисленные законодательные акты, изданные различными государями и направленные къ охраненію и развитію этого промысла.

---

[1] Такимъ же способомъ туземцы Туркестана и Кашгара въ настоящее время проводятъ водопроводы, называемые *кяризами*.

Особенно значительное развитіе горный промыселъ получилъ въ нѣкоторыхъ частяхъ Германіи, на которыхъ мы и сосредоточимъ наше главное вниманіе въ настоящемъ отдѣлѣ.

Изъ Альпъ, Венгріи и Зибенбюргена горный промыселъ распространился сначала на богатую мѣсторожденіями благородныхъ металловъ — Богемію. Здѣсь иногда случались времена, когда все населеніе съ такою страстію отдавалось добычѣ благородныхъ металловъ, что земледѣліе совсѣмъ прекращалось, въ странѣ наступалъ голодъ и власти были вынуждены прибѣгнуть къ насильственному возвращенію земледѣльцевъ къ ихъ пашнямъ. На Рейнѣ и его притокахъ снова были возобновлены оставленныя римскія разработки для добычи свинца, мѣди, желѣза и галмея и нѣкоторыя изъ этихъ разработокъ, каковы, напримѣръ, разработки свинцовыхъ рудъ въ Каммернѣ и Мехернихѣ, галмея въ Альтенбергѣ близъ Аахена дѣйствуютъ и до настоящаго времени. Начиная съ юга Европы распространеніе горнаго промысла мало по малу подвигается къ сѣверу и востоку. Такъ въ 833 г. императоромъ Людвигомъ Благочестивымъ дается монастырю Корвей — близъ Höxter'а на Везерѣ право на разработку каменной соли, около 800 г. начинается разработка соли въ Галлѣ на Заалѣ, въ 893 г. разработка соли близъ Дитца въ Лотарингіи, въ 908 г. возобновляются начатыя еще кельтами, до римскаго владычества, разработки соли въ Зальцкаммергутѣ и золота въ Тауэрнѣ. Около 930 г. открываются и начинаютъ разрабатываться мѣсторожденія различныхъ рудъ въ Раммельсбергѣ близъ Госслара. Около того же времени по мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ начинается разработка рудъ на Верхнемъ Гарцѣ, достигшая къ концу 12 столѣтія значительнаго развитія. Въ 11 столѣтіи мы встрѣчаемъ сильно развитую добычу серебряныхъ рудъ въ Шварцвальдѣ, со средины 12 столѣтія начинается разработка оловянныхъ рудъ по южному склону Саксонскихъ горъ; начало разработки во Фрейбергскомъ округѣ пріурочивается обыкновенно къ 1170 году, начало разработки маансфельдскихъ мѣдистыхъ сланцевъ къ началу 13 столѣтія. Въ это же время была поставлена промывка золотоносныхъ розсыпей въ долинахъ Дуная, Рейна, Шварца въ Тюрингіи и др. рѣкахъ. Наконецъ въ концѣ 12 столѣтія были открыты первыя въ Германіи разработки каменнаго угля близъ Люттиха — въ 1198 г.

По сравненію со столь широкимъ географическимъ распространеніемъ горнаго промысла представляются ничтожными достигнутые за это время успѣхи горнозаводской техники. Большая стоимость добываемаго продукта послужила толчкомъ къ занятію имъ значительно большаго числа людей, но господствовавшая въ теченіи среднихъ вѣковъ неувѣренность въ личной безопасности населенія, трудность сообщеній, недостатокъ въ водоотливныхъ средствахъ, сравнительная рѣдкость нахожденія богатыхъ рудъ, въ связи съ неумѣніемъ утилизировать руды бѣдныя, все это ставило препятствія усовершенствованію горнозаводской техники. Самыя орудія и способъ добычи полезныхъ ископаемыхъ остались тѣ же, что и въ древности и производительность работъ осталась такою же ничтожной, какъ и раньше. Въ рукахъ рудокоповъ для добычи породъ по прежнему имѣлись только кирка, молотокъ и примѣненіе огненной работы.

Важнымъ успѣхомъ металлургіи за это время слѣдуетъ признать изобрѣтеніе чугуна для отливокъ, которое относится къ 15 столѣтію, когда впервые появились чугунныя пушечныя ядра и доски для каминовъ.

Начиная съ 13 столѣтія появляются отдѣльныя постановленія, касающіяся горнаго дѣла. Постановленія эти, каковы напримѣръ Хемницкіе горные законы, горные законы Iglau въ Богеміи, Кутноярскій декретъ, Фрейбергскіе законы и др., представлявшія первоначально только сборникъ по-

становленій, имѣющихъ исключительно мѣстный характеръ, послужили основою для выработки современнаго горнаго законодательства не только Германіи, а и многихъ другихъ странъ.

Переходъ къ новымъ вѣкамъ.

Большія открытія средины и конца 15 столѣтія коснулись въ числѣ прочихъ отраслей человѣческой дѣятельности и горнаго промысла.

Открытіе Америки Христофоромъ Колумбомъ и морского пути въ Индію Васко де Гамо — было причиной наводненія европейскихъ рынковъ благородными металлами, по цѣнамъ гораздо болѣе низкимъ, нежели цѣны, существовавшія на нихъ, что въ свою очередь сдѣлало критическимъ положеніе лицъ, занимавшихся добычею этихъ металловъ въ Европѣ.

Слѣдуетъ помнить, что кромѣ перечисленныхъ выше разработокъ въ средней Европѣ въ то время существовало еще много другихъ, нынѣ уже, большею частью, оставленныхъ. Такъ намъ извѣстно, что разработка рудниковъ близъ Штерцинга въ Тиролѣ задалживала въ 1486 году свыше 1000 человѣкъ рабочихъ; на рудникѣ близъ Маркирха въ Эльзасѣ было добыто на 8 милліоновъ марокъ серебра за время съ 1523 по 1550 годъ. Рудники Popepбюля при Кицбюлѣ въ Тиролѣ достигли за время съ 1540 — 1597 г. 800 метр. глубины; рудники горы Кутной въ Богеміи достигли къ 16 столѣтію глубины 600 метр. и т. п.

Если съ одной стороны паденіе цѣнъ на серебро было критическимъ для всѣхъ перечисленныхъ предпріятій, то съ другой стороны 16 вѣкъ ознаменовался цѣлымъ рядомъ усовершенствованій въ области техники, благодаря которымъ предпріятія эти могли вынести кризисъ. Въ 1570 году было введено мокрое толченіе и обогащеніе бѣдныхъ рудъ промывкою получающагося шлама; вскорѣ затѣмъ введена отсадка рудъ на рѣшетахъ, благодаря чему явилась возможность эксплуатировать болѣе бѣдныя руды.

Примѣненіе коннаго ворота вмѣсто ручного для подъема по шахтамъ и изобрѣтеніе машинъ для подъема воды значительно облегчили производство рудничныхъ работъ, замѣнивъ часть ручной работы машинной. Изобрѣтенный въ Америкѣ въ 1550 году процесъ амальгамаціи значительно облегчилъ извлеченіе серебра изъ бѣдныхъ рудъ и тѣмъ способствовалъ ихъ разработкѣ.

Изобрѣтеніе книгопечатанія отозвалось довольно быстро и на горномъ дѣлѣ. Въ 1530 году Агрикола выпустилъ первое печатное сочиненіе по данному предмету подъ заглавіемъ „Bermannus sive de re metallica“ и въ 1556 году — полное сочиненіе по горному дѣлу: „De re metallica“, переводъ котораго на нѣмецкій языкъ подъ заглавіемъ „Vom Bergwerk zwölf Bücher“ былъ выпущенъ Becchius'омъ уже въ слѣдующемъ 1557 году.

Сочиненіе Агриколы содержитъ въ себѣ полное изложеніе всѣхъ извѣстныхъ тогда горнозаводскихъ знаній, снабжено богатыми иллюстраціями и съ этой стороны, является попыткой распространенія среди большой публики тѣхъ знаній, которыя до этого времени передавались изустно отъ одного поколѣнія рудокоповъ другому. По прошествіи короткаго времени появленіе такихъ книгъ сдѣлалось довольно частымъ и такимъ образомъ зародился живой обмѣнъ добытыми изъ опыта свѣдѣніями между спеціалистами по горному дѣлу.

Нормальное развитіе горнаго дѣла нѣсколько задержалось вслѣдствіе 30-лѣтней войны, нанесшей громадный ущербъ всему населенію средней Европы, но впослѣдствіи снова пошло впередъ, особенно послѣ примѣненія, начиная со второй половины 17 вѣка, порохострѣльной работы къ добычѣ твердыхъ породъ.

Послѣ изобрѣтенія пороха и примѣненія его къ стрѣльбѣ изъ орудій

были сдѣланы около 1613 г. одновременно въ разныхъ округахъ (во Фрейбергѣ, Верхнемъ Гарцѣ, Тиролѣ и въ Венгріи) попытки примѣнить его къ взрыву породъ. Попытки эти были однако неудачны, такъ какъ взрывы велись въ открытыхъ шпурахъ и не производили надлежащаго эффекта. Только съ 1687 г., когда начали примѣнять глиняную забойку, герметически закупоривающую шпуръ послѣ его заряженія, получили надлежащій разрушительный эффектъ взрыва и съ тѣхъ поръ порохострѣльная работа получила повсемѣстное распространеніе при добычѣ твердыхъ породъ, значительно уменьшивъ стоимость добычи и увеличивъ ея производительность.

Начиная съ 18 столѣтія получаетъ значительное развитіе добыча каменнаго угля, до тѣхъ поръ развитая весьма слабо, благодаря обилію лѣсовъ и малой потребности въ топливѣ. Кромѣ упомянутыхъ уже древнихъ разработокъ каменнаго угля близъ Лютиха, были начаты разработки этого ископаемаго на выходахъ пластовъ въ Рурскомъ бассейнѣ, Саарбрюкенскомъ бассейнѣ и близъ Плауэна въ Богеміи.

Потребность въ дешевомъ ископаемомъ топливѣ начала быстро расти послѣ изобрѣтенія Уаттомъ паровой машины, давшей человѣчеству могучее средство, для замѣны ручного труда дешевымъ машиннымъ и въ этомъ смыслѣ оказавшей неоцѣнимыя услуги между другими отраслями техники также и горному дѣлу.

Въ Россіи начало горнаго дѣла относится ко временамъ великаго князя Ивана III Васильевича, который сдѣлалъ первыя попытки промышленно-техническаго сближенія съ Западною Европою: вызывая оттуда свѣдущихъ людей по разнымъ отраслямъ знанія, онъ между прочимъ привлекъ въ Россію и горныхъ мастеровъ. Въ 1491 году экспедиція изъ нѣсколькихъ иностранцевъ и русскихъ отправляется въ Печорскій край искать серебряную руду и блестяще выполняетъ возложенную на нихъ задачу; кромѣ серебра она открываетъ на р. Цыльмѣ богатыя мѣсторожденія мѣди, которыя позволяютъ Россіи чеканить размѣнную монету изъ своего собственнаго металла. Къ концу XVI в. горный промыселъ распространяется на многія мѣстности Россіи; въ это время дѣйствуютъ соляныя варницы въ Старой Руссѣ, Перми, Вычегдѣ, Тотьмѣ и на Соловецкихъ островахъ, а также разрабатывается самоосадочная астраханская соль, а въ Кореліи добывается слюда, замѣнявшая тогда оконное стекло; въ этой же мѣстности, а также въ Каргополѣ и Устюгѣ-Желѣзномъ (Устюжинѣ) добывается желѣзо, впрочемъ весьма хрупкое и въ практическомъ смыслѣ имѣющее мало цѣны. Въ это же время открываются мѣсторожденія сѣры на р. Волгѣ близъ Самарской Луки.

Сильный толчекъ получаетъ горное дѣло въ царствованіе Петра Великаго. Только со временъ этого государя начинаются правительственныя мѣропріятія, направленныя къ развитію горной промышленности, и появляются горные заводы въ настоящемъ смыслѣ этого слова. Въ концѣ 1719 года Петръ I учреждаетъ „Бергъ-Коллегію" для управленія горными дѣлами и артиллеріей и указомъ 10 Декабря того же года объявляетъ полную свободу горнаго промысла въ Россіи: каждому обывателю предоставляется право искать руды и всякія ископаемыя не только на своихъ собственныхъ и казенныхъ земляхъ, но и на земляхъ частныхъ лицъ безъ всякаго согласія съ ихъ стороны; каждый промышленникъ уплачиваетъ подать въ казну въ размѣрѣ $^1/_{10}$ стоимости всѣхъ добытыхъ произведеній. Въ эту знаменательную эпоху выдвинулся своимъ умомъ и способностями тульскій кузнецъ Никита Демидовъ, родоначальникъ извѣстной въ исторіи горнаго дѣла фамиліи Демидовыхъ. Сначала онъ работалъ на новомъ оружейномъ заводѣ, основанномъ въ г. Тулѣ голландскими купцами, усовершенствовался въ этомъ дѣлѣ и впослѣдствіи завелъ собственный заводъ. Своимъ умомъ, искусствомъ выдѣлки желѣзныхъ издѣлій и рѣдкою предпріимчивостью Никита Демидовъ полу-

бился царю и оказалъ важныя услуги развитію горнаго дѣла въ Россіи. Вмѣстѣ съ другими мастерами этотъ замѣчательный человѣкъ былъ носланъ на Уралъ для постройки Невьянскаго желѣзнаго завода, который въ 1702 г. онъ получилъ отъ государя въ полную собственность за уплатою издержекъ по постройкѣ. Вскорѣ затѣмъ Н. Демидовъ основалъ, уже на свой счетъ, еще нѣсколько заводовъ на Уралѣ. Сынъ этого предпріимчиваго человѣка Акинѳій много спосооствовалъ развитію горнаго дѣла въ далекой Сибири (на Алтаѣ) и не щадилъ на это ни издержекъ, ни труда.

Въ царствованіе Императрицы Анны Іоанновны едва только зародившемуся горному промыслу былъ нанесенъ рѣшительный ударъ. Взамѣнъ упраздненной Бергъ-Коллегіи былъ учрежденъ государственный Бергъ-Директоріумъ, и по настоянію всемогущаго Бирона, во главѣ горнаго управленія оказался корыстный саксонецъ баронъ фонъ-Шембергъ. Скоро всѣ казенные заводы были розданы въ управленіе частнымъ лицамъ и компаніямъ, а гора Благодать попала въ руки самого Шемберга. Послѣдствія не замедлили обнаружиться: всѣ заводы пришли въ полный упадокъ и разстройство. Императрица Елизавета Петровна поспѣшила отобрать заводы у Шемберга и возстановила Бергъ-Коллегію. Изъ мѣропріятій Императрицы Екатерины II наиболѣе знаменателенъ манифестъ 28 іюня 1782 г., въ общихъ чертахъ сохранившій свою силу и до нашихъ дней; по этому манифесту всѣмъ землевладѣльцамъ даровалась свобода распоряженія своими землями и признавалось за ними право на всѣ ископаемыя, заключающіяся въ нѣдрахъ ихъ владѣній. Другимъ важнымъ событіемъ этой эпохи было учрежденіе въ 1773 г. 21 Окт. Горнаго Института. Онъ возникъ по просьбѣ башкировъ-горнопромышленниковъ, которые нуждались въ свѣдущихъ руководителяхъ. До 1865. г. это учебное заведеніе имѣло военную организацію и носило названіе „Горнаго Кадетскаго Корпуса". До сихъ поръ Горный Институтъ остается единственнымъ высшимъ учебнымъ заведеніемъ по горному дѣлу и служитъ разсадникомъ многихъ полезныхъ работниковъ какъ въ этой спеціальной области, такъ и въ другихъ отрасляхъ государственной и научной дѣятельности.

При Императорѣ Александрѣ I окончательно упраздняется Бергъ-Коллегія и взамѣнъ ея учреждается Горный Департаментъ, существующій и до сихъ поръ. По мысли Карнѣева, бывшаго при графѣ Канкринѣ директоромъ этого учрежденія, съ 1825 года сталъ издаваться „Горный Журналъ", посвященный вопросамъ горнаго дѣла. Царствованіе Императора Николая I ознаменовано лихорадочнымъ оживленіемъ: цѣлый рядъ административныхъ мѣропріятій, разныя техническія усовершенствованія и, наконецъ, многочисленныя изслѣдованія мѣстонахожденій, — все это сообщаетъ эпохѣ Николая I выдающееся значеніе въ исторіи горнаго дѣла. Достаточно упомянуть о путешествіи на Уралъ и Алтай Александра Гумбольдта, Густава Розе и Эренберга, совершенномъ въ 1825 году подъ особеннымъ покровительствомъ государя, о геологическихъ изслѣдованіяхъ англичанина Мурчисона, произведенныхъ въ сообществѣ съ французскимъ палеонтологомъ Вернейлемъ и графомъ Кейзерлингомъ и обнявшихъ Уралъ и Европейскую Россію, объ экспедиціи Демидова въ южную Россію съ французскимъ ученымъ Ле-Пле (Le-Play), объ изслѣдованіяхъ Дюбуа-де-Монперё на Кавказѣ и въ Крыму; къ этому же времени относится начало трудовъ Шуровскаго, Эйхвальда, Гельмерсена, Гофмана и др.

Великія реформы Императора Александра II оказали значительное вліяніе на горное дѣло, освобожденіе же крестьянъ въ 1861 г. произвело въ немъ полный переворотъ. Отмѣна обязательнаго крѣпостного труда не могла не отразиться на всей экономической сторонѣ дѣла и на положеніи горнорабочихъ; вмѣстѣ съ тѣмъ неизбѣжно было и существенное измѣненіе въ задачахъ и обязанностяхъ горной администраціи. Такъ до 1861 г. горное вѣдомство

имѣло свою полицію, свой судъ, завѣдывало школами, госпиталями, церквами и пр. и даже имѣло собственную почту. Съ освобожденіемъ горнозаводскаго населенія отъ обязательнаго труда, такое соединеніе разнородныхъ обязанностей въ одномъ вѣдомствѣ потеряло смыслъ; съ тѣхъ поръ начался, такъ сказать, процессъ спеціализаціи горнаго управленія.

Геологическія изслѣдованія и развѣдки мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ производились въ эпоху Александра II въ весьма обширныхъ размѣрахъ. Они обнимали собою всѣ роды ископаемыхъ и распространялись съ одной стороны отъ границъ Пруссіи и Австріи черезъ всю Европейскую Россію до береговъ Тихаго океана и Сахалина, съ другой стороны отъ Мурманскаго берега и устьевъ Печоры до южнаго подножія Кавказа и до самаго центра Азіи (Памира). Особенное вниманіе при этомъ было обращаемо на мѣсторожденія минеральнаго угля, на соляные и нефтяные источники, а также на мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ на югѣ Россіи. Наконецъ слѣдуетъ указать, что въ царствованіе Императора Александра II впервые разрѣшены были съѣзды горнопромышленниковъ Россіи, для выясненія нуждъ цѣлыхъ районовъ и отдѣльныхъ отраслей горной промышленности.

Блестящіе научные и практическіе результаты, достигнутые при строго систематическихъ изслѣдованіяхъ спеціальными геологическими учрежденіями Западной Европы и Соединенныхъ Штатовъ С. Америки побудили русское правительство основать въ 1882 году „Геологическій Комитетъ“. Главная задача этого учрежденія заключается въ составленіи общей карты Россіи. Произведенныя до сихъ поръ работы Геологическаго Комитета существенно измѣнили представленіе о геологическомъ строеніи всѣхъ изслѣдоваемыхъ районовъ и уже принесли важные практическіе результаты.

Управленіе горнымъ дѣломъ въ Россіи (кромѣ Финляндіи) сосредоточено въ Министерствѣ Государственныхъ Имуществъ (Горный Департаментъ); только горная часть области Войска Донского подчинена Военному Министерству, а заводы Алтайскаго и Нерчинскаго округовъ состоятъ въ вѣдѣніи Кабинета Его Величества (Мин. Императ. Двора). Казенные заводы распредѣлены по округамъ, изъ которыхъ каждый состоитъ подъ завѣдываніемъ особаго горнаго начальника. Такихъ округовъ 4 на Уралѣ, одинъ на сѣверѣ Россіи (Олонецкій) и одинъ въ Царствѣ Польскомъ. Частные горные заводы, рудники и промыслы состоятъ подъ надзоромъ окружныхъ инженеровъ. Горное дѣло занимаетъ въ настоящее время важное мѣсто въ ряду другихъ отраслей русской промышленности; общая сумма ископаемыхъ богатствъ, извлеченныхъ изъ нѣдръ земли въ 1890 году, оцѣнивается въ 85,945,200 металл. рублей; изъ этого количества вывезено за границу на сумму $33^3/_4$ милліона рублей; доходы государства отъ горной промышленности въ видѣ подати и другихъ взносовъ достигали 15,237,700 рублей. Число занятыхъ горнозаводскими промыслами рабочихъ въ томъ же году равнялись 435,633, при чемъ наибольшая доля этой цифры, именно 231,774, приходилась на Уралъ, включая сюда и Тургайскую область. Въ тѣхъ округахъ, гдѣ издавна утвердилось горное дѣло, т. е. на Уралѣ, въ средней Россіи и въ Царствѣ Польскомъ употребляются мѣстные рабочіе. Напротивъ того, въ южной и сѣверной Россіи, а также въ Сибири на горныхъ заводахъ, промыслахъ и рудникахъ преобладаетъ элементъ пришлаго рабочаго люда, и только въ немногихъ пунктахъ начинаетъ слагаться осѣдлое горнорабочее населеніе.

Большую пользу дѣлу правильнаго развитія горнозаводской промышленности послужили также открытыя въ концѣ прошлаго вѣка спеціальныя заведенія для подготовки техниковъ по горнозаводскому дѣлу. Старѣйшими изъ этихъ учебныхъ заведеній являются горныя академіи: во Фрейбергѣ — основана въ 1766 году, въ Хемницѣ въ Венгріи въ — 1770 году и въ С.-Петербургѣ — 1773 г. Основаніемъ этихъ академій было положено начало къ

систематической разработкѣ необходимыхъ для горнаго и металлургическаго дѣла знаній и польза, принесенная ими и академіями, основанными позднѣе, дѣлу распространенія и развитія горнозаводскихъ наукъ является въ настоящее время общепризнанной.

Послѣднее столѣтіе своимъ громаднымъ развитіемъ различныхъ отраслей техники дало горному дѣлу такъ много вспомогательныхъ средствъ для добычи ископаемыхъ, что даже простое перечисленіе ихъ здѣсь представляется невозможнымъ и будетъ изложено во второмъ отдѣлѣ настоящей книги. Здѣсь же мы постараемся дать читателю хоть нѣкоторое понятіе о томъ значеніи, которое имѣетъ горный промыселъ въ жизни человѣчества при современномъ его развитіи.

Съ этой точки зрѣнія необходимо прежде всего отмѣтить, что область распространенія горнаго промысла не только идетъ вровень съ современными географическими открытіями и улучшеніями путей сообщенія, но часто опережаетъ ихъ и что во многихъ случаяхъ, какъ это было на западѣ Сѣверной Америки, въ Австраліи и Южной Африкѣ — рудокопы являются первыми піонерами цивилизаціи въ данной странѣ.

Отвѣчая все болѣе и болѣе возрастающимъ требованіямъ современной техники — и особенно тѣхъ ея отраслей, которыя занимаются выплавкою и обработкой металловъ и другихъ минеральныхъ продуктовъ, горный промыселъ добываетъ изъ нѣдръ земли въ громадномъ количествѣ потребный для нихъ сырой матерьялъ, какъ старый, примѣненіе котораго уже давно извѣстно, такъ и вещества, до сихъ поръ не примѣнявшіяся въ техникѣ, обработка, которыхъ создаетъ иногда совершенно новыя отрасли промышленности, какъ это имѣло мѣсто съ обработкой нефти, съ полученіемъ аллюминія, съ добычей каліевыхъ солей и фосфоритовъ и съ зарождающейся въ настоящее время добычею окиси торія для потребностей освѣщенія.

Для поясненія сказаннаго приводимъ здѣсь краткій перечень возникшихъ за послѣднія 50 лѣтъ горнозаводскихъ предпріятій въ разныхъ частяхъ свѣта.

Въ 1848 году открываются золотоносныя розсыпи Калифорніи и громадныя массы народа устремляются въ эти, до тѣхъ поръ малоизвѣстныя, страны западной части Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ. Съ начала 50-хъ годовъ выступаетъ Австралія, а въ 1857 году также и Новая Зеландія въ число странъ, играющихъ важную роль въ міровой добычѣ золота. Въ 1855 г. начинается разработка мѣдныхъ рудъ на берегахъ Верхняго Озера въ Сѣверной Америкѣ, а въ 1858 г. открываются богатѣйшія мѣсторожденія различныхъ рудъ въ Комштоккѣ въ Невадѣ, разработка которыхъ за короткій, сравнительно, періодъ времени до 1890 г. достигла глубины 1005 метр. и должна была прекратиться за невозможностью продолжать работы вслѣдствіе слишкомъ высокой температуры, причемъ за этотъ короткій промежутокъ было добыто болѣе чѣмъ на 600 мил. марокъ золота и на 800 милліоновъ марокъ серебра.

Въ 1859 году въ Пенсильваніи впервые были открыты значительные запасы нефти и начиная съ этого времени американская нефтяная промышленонсть растетъ съ поразительной быстротой.

Начиная съ 1870 года получаетъ значеніе на міровомъ рынкѣ русская нефтяная промышленность, центръ которой, г. Баку, быстро пріобрѣтаетъ значеніе большого промышленнаго города.

Въ 1861 году начинается на королевскомъ рудникѣ — Стассфуртѣ въ Пруссіи добыча каліевыхъ солей для удобренія и потребностей химической ромышленности. Въ 1867 открываются алмазоносныя розсыпи близъ Кимберлея въ Африкѣ; въ 1870 — серебряные рудники Караколы въ пустынѣ

Атакама, которые по даннымъ Домеико даютъ около 120 000 килогр. серебра ежегодно.

Въ началѣ 70 годовъ выступаетъ на міровой рынокъ добыча олова въ Австраліи и Тасманіи, послѣ того какъ уже съ 52 года наряду съ извѣстнымъ давно мѣсторожденіемъ острова Банки выступили мѣсторожденія острова Беллитона (въ нидерландской Остъ-индіи). Въ 1873 г. открываются мѣсторожденія золота въ Квинслендѣ, въ 1876 — открыты мѣсторожденія серебра близъ Лидвилля въ шт. Колорадо, въ 1877 — мѣдные и серебряные рудники въ Монтанѣ въ Сѣв. Америкѣ, быстро оставившіе за собою по количеству добытой мѣди рудники Верхняго Озера.

Въ 1883 г. открывается разработка серебряныхъ рудниковъ Брокенъ-Гиль въ новомъ южномъ Валлисѣ, на которыхъ задалживается въ настоящее время до 3000 рабочихъ. Въ 1885 г. при постройкѣ Канадской желѣзной дороги, открыто величайшее въ свѣтѣ мѣсторожденіе никкеля близь мѣстечка Зюдбюри, въ 1888 г. начинается добыча золота въ Іоганнесбургѣ въ Трансваалѣ, въ 1889 открывается новое золотое эльдорадо въ Коольгарди въ Австраліи, въ 1891 открываются мѣсторожденія золота въ Криппль Крикъ въ Колорадо, а въ 1896 г. на рѣкѣ Юконѣ въ Канадѣ.

Къ поименованнымъ названіямъ новыхъ рудниковъ можно было бы прибавить еще много другихъ, но и ихъ однихъ достаточно для характеристики громаднаго развитія горнаго промысла за послѣднее время и къ сказанному можно только прибавить, что съ проведеніемъ великаго сибирскаго пути для горнаго промысла откроется новый почти дѣвственный въ этомъ отношеніи районъ.

Общая стоимость всѣхъ добываемыхъ ежегодно ископаемыхъ продуктовъ исчисляется въ настоящее время въ нѣсколько милліардовъ марокъ, причемъ, какъ это видно изъ прилагаемой таблицы, первое мѣсто по стоимости добытаго продукта приходитсян а долю каменнаго угля, второе — желѣза и стали и только третье — золоту. Приведенныя въ таблицѣ цифры стоимости для металловъ даны именно для этихъ послѣднихъ, а не для добываемыхъ непосредственно рудъ, изъ которыхъ они выплавляются, такъ какъ стоимость колеблется въ слишкомъ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ качествъ руды и мѣстныхъ условій.

Производительность горнозаводскаго промысла на всей землѣ за 1895 годъ.

	Единица вѣса	Вѣсъ	Цѣнность въ маркахъ
Золото	килогр.	306 133	813 775 000
Серебро	„	5 652 000	497 400 000
Платина	„	4 416	1 324 000
Желѣзо и сталь	t	44 900 000	2 035 000 000
Свинецъ	„	654 010	138 975 000
Мѣдь	„	352 000	302 720 000
Цинкъ	„	416 000	121 680 000
Олово	„	77 400	97 000 000
Никкель	„	7 000	19 000 000
Ртуть	„	3 709	14 836 000
Марганцевыя руды	„	525 000	18 375 000
Сѣра	„	390 000	21 450 000
Каменный уголь	„	578 200 000	5 300 000 000
Бурый уголь	„	45 000 000	99 000 000
Нефть	„	12 000 000	360 000 000
Каменная соль	„	9 655 000	158 000 000
Калійныя соли	„	1 543 000	20 600 000
Всего	t	693 729 071	10 019 135 000

Для характеристики постояннаго роста горнаго промысла, какъ въ смыслѣ количества и цѣнности добываемыхъ продуктовъ, такъ и въ смыслѣ числа задолжаемыхъ имъ рабочихъ, могутъ служить приведенныя въ слѣдующей таблицѣ данныя относительно положенія горнаго дѣла въ Германіи за періодъ времени съ 1860 по 1895 г.

Производительность горнаго промысла и число задалживаемыхъ имъ рабочихъ въ Германіи, включая Люксенбургъ, по даннымъ: „Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich“.

Названіе минераловъ	Добыча въ 1000 тоннъ				
	1860 г.	1870 г.	1880 г.	1890 г.	1895 г.
Каменный уголь	12 348	26 398	46 974	70 238	79 169
Бурый уголь	4 383	7 605	12 145	19 053	24 788
Каменная соль	53	113	272	557	687
Выварочная соль	257	306	450	492	525
Калійныя соли	(Начинается въ 61 г.)	292	666	1 275	1 522
Прочія соли	4	2	194	325	332
Желѣзныя руды	1 401	3 839	7 239	11 406	12 350
Цинковыя руды	310	367	633	759	706
Свинцовыя руды	149	106	160	168	162
Мѣдныя руды	93	207	481	596	633
Руды золота и серебра	34	25	21	21	11
Прочіе продукты	83	137	202	248	265
Всего добыто продуктовъ	19 915	39 398	69 435	105 139	121 152
Стоимость въ 1000 мар.	136 999	256 807	404 087	767 430	749 182
Общее населеніе государства (въ милліонахъ)	37,7	40,8	45,2	49,4	52,0
Число горнорабочихъ (въ тысячахъ)	—	225	295	402	436

Изъ таблицы легко видѣть, что добыча всѣхъ продуктовъ за исключеніемъ серебряныхъ рудъ — постоянно повышалась. Особенно замѣтно это повышеніе добычи для ископаемаго угля и желѣзныхъ рудъ. За послѣднія 35 лѣтъ цифра ежегодной добычи перваго продукта ушестерилась, а второго увеличилась въ 8 разъ.

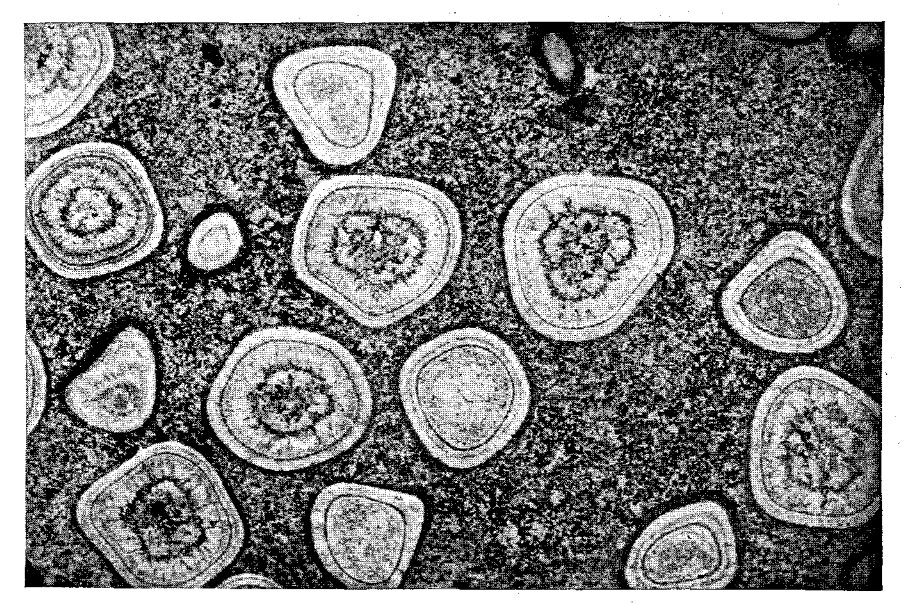
Общая цѣнность годовой добычи всѣхъ продуктовъ увеличилась за этотъ періодъ въ шесть разъ, а число горнорабочихъ за послѣднія 25 лѣтъ возрасло въ 2 раза, что значительно превышаетъ приростъ населенія за тотъ же періодъ.

Строеніе земной коры.

Минеральныя богатства скрыты въ нѣдрахъ земной коры, почему и представляется необходимымъ ознакомиться сначала, хотя бы въ самыхъ общихъ чертахъ, съ ея строеніемъ.

Астрономія и геологія учатъ, что земной шаръ представлялъ собою первоначально раскаленный, огненножидкій свѣтящійся шаръ, носившійся во вселенной на подобіе солнца, хотя и значительно меньшихъ, по сравненію съ другими міровыми тѣлами, размѣровъ. Многія тысячелѣтія потребовались на то, чтобы температура на поверхности этого расплавленнаго шара понизилась на столько, что онъ покрылся твердой корой, сначала весьма тонкой и утолщавшейся съ теченіемъ времени. Кора эта часто разрывалась въ болѣе слабыхъ мѣстахъ и на поверхность земли из-

ливались огромные потоки внутренней огненножидкой массы, которые, застывая образовали такъ называемыя изверженныя или эруптивныя породы, принимающія значительное участіе въ строеніи земной коры. Съ теченіемъ времени температура на поверхности земли на столько понизилась, что на ней и въ окружающей атмосферѣ появилась вода, принимающая съ тѣхъ поръ самое дѣятельное участіе въ исторіи развитія земной коры. Вода, дѣйствуя механически и химически, разрушала различныя породы, сносила разрушенный матеріалъ и въ мѣстахъ благопріятныхъ отлагала его въ видѣ мощныхъ слоевъ — осадочныхъ или слоистыхъ горныхъ породъ. Отложенія этихъ породъ происходили главнѣйше въ различныхъ впадинахъ и углубленіяхъ земной коры; такимъ образомъ дѣятельность воды, съ одной стороны разрушая выступающія части земной коры, а съ другой выпол-



20. **Конкреціи въ шаровомъ діоритѣ съ острова Корсики.** ($^1/_2$ наст. велич.) (Къ стр. 26.)

няя ея углубленія осадочнымъ матеріаломъ, стремится сгладить ея неровности.

Пособникомъ дѣятельности воды, хотя и менѣе энергичнымъ явилась атмосфера, также способствующая разрушенію породъ, перенесенію разрушеннаго матеріала вѣтромъ и его отложенію въ благопріятныхъ мѣстахъ.

Мало по малу на поверхности земли развилась органическая жизнь, появленіе которой послужило новымъ весьма важнымъ агентомъ въ образованіи земной коры, такъ какъ остатки вымершихъ растеній и животныхъ скоплялись иногда такими громадными массами, что послужили матеріаломъ къ образованію мощной толщи новыхъ породъ. Такъ образовались пласты каменнаго угля — изъ остатковъ растеній, коралловые рифы — какъ результатъ отложенія извести морскими животными, мощныя отложенія гуано по бездожднымъ морскимъ берегамъ жаркихъ странъ и т. п.

Присоединивъ къ тремъ перечисленнымъ типамъ породъ, изверженныхъ, осадочныхъ и образовавшихся при участіи органической жизни, еще породы, значительно измѣнившіяся послѣ своего образованія, называемыя породами метаморфизованными (каковы, напр., гнейсъ и кристаллическіе сланцы), мы

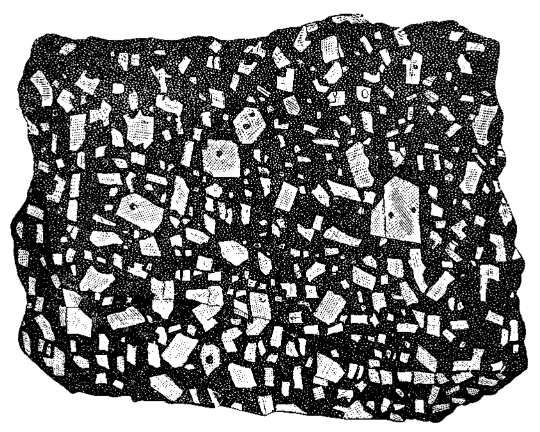
составимъ ясное представленіе объ основахъ принятой въ настоящее время классификаціи породъ по ихъ происхожденію [1].

Въ нижеслѣдующемъ будутъ разсмотрѣны важнѣйшія горныя породы, число видовъ которыхъ, особенно въ послѣднее время съ примѣненіемъ микроскопа къ изслѣдованію ихъ состава и строенія, разрослось въ значительной степени.

21. **Видъ куполообразныхъ вершинъ Средне-Богемскаго кряжа.**

Изверженныя или эруптивныя породы дѣлятся на двѣ группы въ зависимости отъ строенія основной своей массы.

Породы первой группы, называемыя плутоническими породами, состоятъ изъ отдѣльныхъ, легко различимыхъ на глазъ зеренъ различныхъ минераловъ, разсѣянныхъ въ безпорядкѣ. Въ зависимости отъ крупности отдѣльныхъ зеренъ такое строеніе породы носитъ названіе крупнозернистаго, мелкозернистаго и плотнаго — если отдѣльные кристаллы на столько мелки, что не различаются невооруженнымъ глазомъ. Нерѣдко среди основной зернистой массы этихъ породъ замѣчаются шаровидныя скопленія (конкреціи) минераловъ болѣе твердыхъ, нежели основная масса, остающіяся при вывѣтриваньи породы въ видѣ шаровидныхъ глыбъ. Примѣромъ такой породы, гдѣ подобныя конкреціи, хотя и меньшихъ размѣровъ, встрѣчаются особенно часто, можетъ служить шаровой діоритъ (фиг. 20) острова Корсики, называемый, иногда, по имени знаменитаго уроженца этого острова, наполеонитомъ.



22. **Порфиръ съ выдѣлившимися кристаллами полевого шпата.**

Зернистая структура плутоническихъ породъ доказываетъ, что онѣ образовались при медленномъ остываніи расплавленной массы, во время котораго она успѣла дифференцироваться на отдѣльные минералы, выкристаллизовавшіеся въ видѣ зеренъ.

Условія залеганія этихъ породъ, къ которымъ принадлежатъ граниты, сіэниты, діабазы, габро и другія, также подтверждаютъ отмѣченный фактъ медленнаго охлажденія расплавленной массы, изъ которой онѣ образовались.

Породы эти залегаютъ въ корѣ земной въ видѣ штоковъ неправильной формы, которые начинаются на недостижимой глубинѣ, или въ формѣ жилъ, представляющихъ собою выполненія трещинъ, ранѣе образовавшихся въ земной корѣ, отличаясь въ этомъ послѣднемъ случаѣ тонкозернистою структурою, являющеюся очевидно слѣдствіемъ болѣе скорѣйшаго, чѣмъ въ первомъ случаѣ, остыванія массы.

---

[1] Въ число горныхъ породъ слѣдуетъ еще включить ледъ, представляющій собою новѣйшій продуктъ все продолжающагося охлажденія земли и принимающій въ видѣ глетчернаго льда и огромныхъ ледяныхъ покрововъ вокругъ полюсовъ замѣтное участіе въ строеніи земной коры.

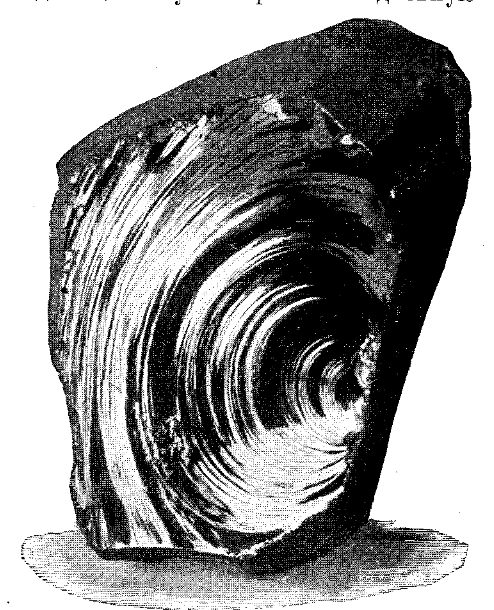
Породы второй группы — называемыя вулканическими породами, состоятъ изъ однородной, на глазъ, стекловидной основной массы, среди которой разсѣяны въ большемъ или меньшемъ числѣ кристаллы отдѣльныхъ минераловъ. Въ петрографіи — отрасли геологіи, занимающейся изученіемъ горныхъ породъ, такое строеніе называется порфировиднымъ и служитъ доказательствомъ быстраго охлажденія расплавленной массы, во время котораго вещество послѣдней не успѣло рѣзко дифференцироваться на отдѣльные минералы.

Залеганіе этихъ породъ въ видѣ куполовъ, напоминающихъ собою современные вулканы, въ видѣ потоковъ, похожихъ на потоки лавы и въ видѣ покрововъ, распространяющихся на довольно значительныя пространства — такъ же подтверждаетъ предположеніе о быстромъ охлажденіи огненножидкой массы, изліяніе которой происходило въ данномъ случаѣ прямо на дневную поверхность, а не въ пустоты земной коры.

Примѣромъ подобнаго куполообразнаго залеганія вулканическихъ породъ могутъ служить среднебогемскій хребетъ (видъ котораго съ гребня рудныхъ горъ представленъ на фиг. 21), горы Зибенбюргена на правомъ берегу Рейна и т. п.

Примѣромъ этихъ породъ могутъ служить: порфиры, порфириты, мелафиры, фонолиты, андезиты, базальты, трахиты и др.

Порфировидная структура (см фиг. 22) этихъ породъ замѣняется стекловатою, какъ у обсидіана (фиг. 23), если остываніе происходило особенно быстро, иногда она дѣлается пористою, какъ это замѣчается въ потокахъ лавы современныхъ вулкановъ, если остываніе сопровождалось выдѣленіемъ паровъ воды въ значительномъ количествѣ.



23. **Обсидіанъ изъ Эквадора.** Примѣръ раковиднаго излома породы.

Наконецъ, при изліяніи расплавленной массы въ воду она разрушается на мелкія части и получаются накопленія туфа, которыя иногда переходятъ въ спокойно остывшую лаву, если скопленіемъ значительнаго количества туфа послѣдующіе потоки лавы предохранялись отъ соприкосновенія съ водою.

Обращаясь къ составу эруптивныхъ породъ, слѣдуетъ прежде всего отмѣтить крайне ограниченное число минеральныхъ видовъ, участвующихъ въ составѣ этихъ породъ. Изъ общаго числа 2000 извѣстныхъ минеральныхъ видовъ всего 50, замѣчательно однообразныхъ по своему химическому составу, входятъ въ составъ изверженныхъ породъ, какъ существенная составная ихъ часть, всѣ остальные минералы если и входятъ въ составъ этихъ породъ, то лишь въ небольшомъ количествѣ въ качествѣ примѣсей, не имѣющихъ существеннаго значенія.

Главными составными частями изверженныхъ породъ служатъ кварцъ (чистая кремневая кислота) и кремнекислыя соединенія (силикаты) глинозема, окиси желѣза, извести, магнезіи и щелочей изъ группы полевыхъ шпатовъ, авгита, роговой обманки и слюды и, что рѣже: оливинъ, нефелинъ и лейцитъ. Сюда присоединяются еще магнитный желѣзнякъ и сѣрный колчеданъ, встрѣчающіеся въ этихъ породахъ, хотя и въ небольшомъ, сравнительно, количествѣ.

Кварцъ попадается въ изверженныхъ породахъ въ формѣ зеренъ безцвѣтныхъ, или окрашенныхъ въ разные оттѣнки бѣлаго и бураго цвѣта. Узнать его можно по большой твердости (зерна кварца царапаютъ стекло), по раковистому излому, лишенному всякихъ признаковъ спайности и по стеклянному, иногда нѣсколько жирному блеску.

Полевые шпаты составляютъ весьма важную составную часть изверженныхъ породъ и играютъ весьма важную роль въ ихъ подраздѣленіи на отдѣльные виды. Они имѣютъ твердость 6 (царапаются хотя и съ трудомъ ножомъ), попадаются въ породахъ въ видѣ зеренъ и большихъ кристалловъ различныхъ оттѣнковъ бѣлаго, желтаго и розоваго цвѣта, обладающихъ ясною спайностью по нѣсколькимъ направленіямъ.

По величинѣ угла между направленіями спайности всѣ полевые шпаты распадаются на двѣ большія группы. Въ ортоклазахъ — два направленія спайности пересѣкаются подъ прямымъ угломъ и плоскости спайности являются гладкими и блестящими. Въ плагіоклазахъ направленія спайности пересѣкаются подъ косыми углами и плоскость наиболѣе совершенной спайности покрыта тонкими штрихами, видимыми уже простымъ глазомъ.

По химическому составу ортоклазъ представляетъ силикатъ калія и глинозема, а среди плагіоклазовъ различаютъ: микроклинъ — по химическому составу сходный съ ортоклазомъ, альбитъ — натровый, анортитъ,—известковый полевой шпатъ и олигоклазъ, андезинъ и лабрадоръ, разсматриваемые какъ изоморфныя смѣси альбита и анортита въ разныхъ пропорціяхъ.

Смотря по роду полевыхъ шпатовъ, входящихъ въ составъ породъ, различаютъ породы ортоклазовыя, куда относятся граниты, сіениты, порфиры, трахиты и фонолиты и породы плагіоклазовыя — діориты, діабазы, габро, порфириты, мелафиры, андезиты, базальты и т. п.

Авгиты и роговыя обманки представляютъ собою сходные по составу и кристаллической формѣ силикаты желѣза, магнезіи и извести. Оба минеральныхъ вида характеризуются одинаковою твердостью = 6, стекляннымъ блескомъ, обоимъ свойственны — темные и темнозеленые цвѣта — и кристаллическая форма въ видѣ короткихъ призмъ. Главнымъ отличіемъ ихъ другъ отъ друга служитъ направленіе и степень совершенства спайности. Въ авгитахъ спайность мало замѣтна и (если она есть, то направленія спайности составляютъ между собою уголъ, близкій къ прямому), въ роговыхъ обманкахъ наоборотъ имѣется ясно выраженная по двумъ направленіямъ, составляющимъ между собою уголъ въ 124°. Кромѣ кристалловъ роговымъ обманкамъ свойственно встрѣчаться въ видѣ сплошныхъ массъ жилковатаго и шестоватаго сложенія. Авгиты называются иногда пироксенами, а роговыя обманки — амфиболами.

Діалагонъ — по составу, цвѣту и кристаллической формѣ близокъ къ авгиту, отличаясь отъ него меньшей твердостью и перламутровымъ блескомъ на плоскости спайности. Встрѣчается въ видѣ неправильныхъ зеренъ жилковатаго строенія, вросшихъ въ габбро.

Слюды представляютъ собою силикатъ глинозема, желѣза, калія и магнезіи, отличаются малою твердостью — $2^1/_2$, сильнымъ блескомъ и частымъ нахожденіемъ въ видѣ чешуекъ и пластинъ, которыя лишь въ рѣдкихъ случаяхъ имѣютъ правильное шестиугольное очертаніе. Иногда попадаются и въ видѣ кристалловъ, обладающихъ совершенною спайностью по одному направленію, по которому онѣ легко раскалываются на тончайшіе листочки.

Изъ разновидностей слюдъ въ горныхъ породахъ встрѣчаются: мусковитъ — каліевая слюда, бѣлаго и вообще свѣтлыхъ цвѣтовъ, біотитъ — магнезіальная слюда, темно-бураго. Кромѣ того: таль, хлоритъ и др.

Оливинъ — силикатъ магнезіи и желѣза, легко отличимъ по большой твердости около $6^1/_2$, желтому и зеленоватому цвѣту и значительной про-

зрачности. Встрѣчается въ видѣ большихъ зеренъ неправильнаго очертанія въ базальтахъ. Благородная разновидность оливина,—хризолитъ, принадлежитъ къ числу драгоцѣнныхъ камней и будетъ описана въ соотвѣтствующемъ отдѣлѣ книги.

Нефелинъ и элеолитъ представляютъ собою силикаты натрія и глинозема, съ твердостью, равной 6-ти. Нефелинъ — безцвѣтенъ, или бѣлаго и сѣраго цвѣта и составляетъ одну изъ существенныхъ составныхъ частей нѣкоторыхъ фонолитовъ, элеолитъ — сѣраго или краснаго цвѣта, съ жирнымъ блескомъ, встрѣчается въ нѣкоторыхъ сіенитахъ — напримѣръ, въ южной Норвегіи.

Лейцитъ — силикатъ калія и глинозема — встрѣчается въ видѣ большихъ кристалловъ (лейцитоэдровъ) сѣровато-бѣлаго цвѣта во многихъ лавахъ и въ видѣ микроскопическихъ кристалликовъ въ базальтахъ, являясь одною изъ главныхъ составныхъ частей этихъ породъ.

Какъ примѣръ мы приведемъ здѣсь минералогическій составъ нѣкоторыхъ изъ такихъ породъ, отдѣльныя составныя части которыхъ легко различаются невооруженнымъ глазомъ.

Гранитъ состоитъ изъ ортоклаза, кварца и слюды; сіенитъ — изъ ортоклаза и роговой обманки; діоритъ — изъ плагіоклаза, роговой обманки, кварца и слюды; въ діабазѣ кромѣ плагіоклаза содержится авгитъ; габбро состоитъ изъ плагіоклаза и діалагона.

Въ порфирахъ въ основной массѣ разсѣяны кристаллы кварца, ортоклаза и слюды, въ порфиритахъ — кристаллы плагіоклаза и роговой обманки и въ мелафирахъ — плагіоклаза и авгита. Другія свойства и условія залеганія породъ, имѣющихъ значеніе для техники, будутъ описаны болѣе подробно въ главѣ о каменоломняхъ.

Дѣйствіе подземнаго жара представляется малоощутительнымъ въ настоящее время по сравненію съ прошедшими геологическими эпохами, однако и теперь эти силы заявляютъ о себѣ съ достаточной внушительностью, особенно близъ дѣйствующихъ вулкановъ. Для подтвержденія этого достаточно вспомнить о возникновеніи въ 1811 г. новаго острова въ группѣ Азорскихъ острововъ. Островъ явился результатомъ подводнаго изверженія, достигъ высоты 100 метр. надъ уровнемъ воды и въ слѣдующемъ году снова скрылся въ пучинѣ. Страшное изверженіе вулкана Кракатау на одномъ изъ Зондскихъ острововъ въ 1883 и послѣдствія этого изверженія — еще свѣжи въ памяти.

Наконецъ часть землетрясеній, возвышеніе температуры съ глубиною, появленіе горячихъ источниковъ вблизи потухшихъ вулкановъ и въ области распространенія изверженныхъ породъ молодого, сравнительно, возраста — всѣ эти факты свидѣтельствуютъ о непрекращающемся дѣйствіи внутренняго жара земли.

Осадочныя породы. Процессъ разрушенія породъ съ образованіемъ обломочнаго матеріала можно наблюдать повсемѣстно въ высокихъ горныхъ кряжахъ, на крутыхъ берегахъ рѣкъ, въ выемкахъ желѣзнодорожнаго пути, прорѣзанныхъ въ твердыхъ породахъ и др. естественныхъ и искусственныхъ обнаженіяхъ коренныхъ породъ.

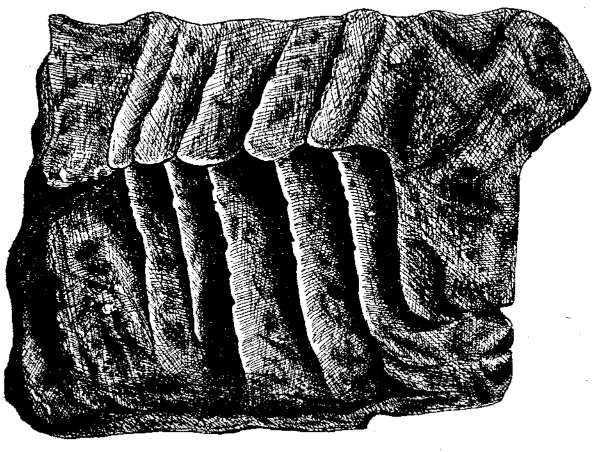
Разрушеніе начинается съ того, что въ мельчайшія трещины, которыя имѣются во всякой породѣ, попадаетъ вода, которая, дѣйствуя механически и химически, чему содѣйствуетъ растворенная въ ней углекислота, расширяетъ эти трещины и мало по малу разрушаетъ породу. Механическому дѣйствію воды въ смыслѣ расширенія трещинъ способствуютъ частая смѣна тепла и холода, и особенно мороза, а равно и растительность, расширяя трещины своими корнями.

Подъ вліяніемъ всѣхъ этихъ агентовъ горныя породы разрушаются въ теченіи большаго или меньшаго промежутка времени, въ зависимости отъ



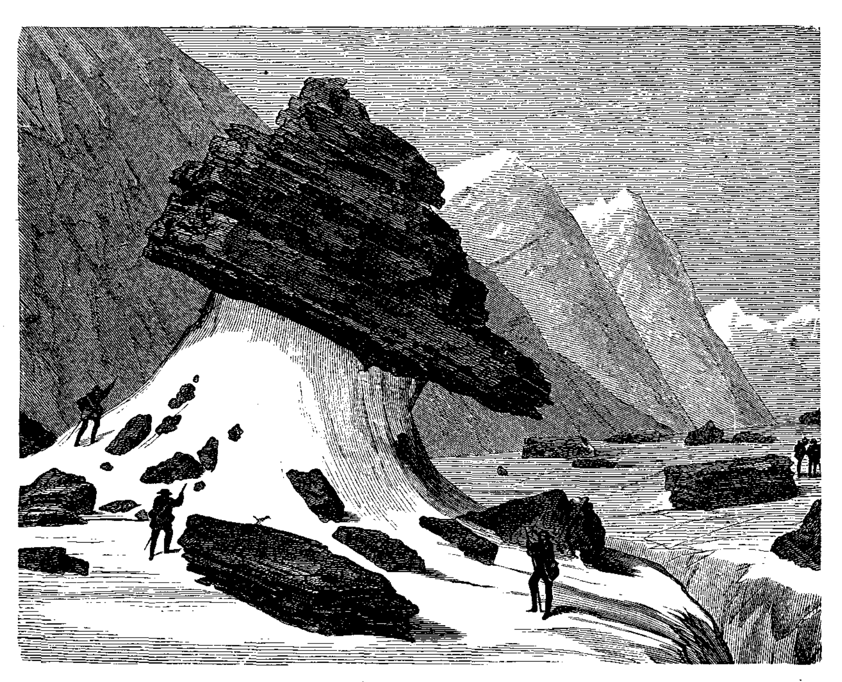
24. Сталактитовыя образованія въ пещерѣ Германа, близъ Рюбеланда на Гарцѣ

своей устойчивости и даютъ массу обломковъ и щебня, причемъ нѣкоторыя составныя части, каковы, напримѣръ, полевые шпаты, претерпѣваютъ измѣненіе химическаго состава, превращаясь въ глинистое вещество (каолинизируясь).


25. **Образованіе Карръ по Ф. Симони.**

Описанный процессъ разрушенія горныхъ породъ, вывѣтриванія ихъ происходитъ обыкновенно крайне медленно и результаты его становятся замѣтными лишь по истеченіи большого промежутка времени. Иногда же, вслѣдствіе долго продолжающихся процессовъ вывѣтриванія, обваливаются сразу огромныя массы породы и все явленіе пріобрѣтаетъ въ этомъ случаѣ уже характеръ катастрофы.

Такъ въ 1347 году обвалилась въ долину рѣки Гайля сразу огромная масса съ отклона одной изъ альпійскихъ цѣпей, расположенныхъ къ югу отъ мѣстечка Блейбергъ и называемыхъ по имени близъ лежащаго большого города Вилахскими альпами.


26. **Ледниковый столъ на Аарскомъ ледникѣ.** По рисунку Коломба.

2-го Сентября 1806 года произошелъ обвалъ огромной массы породы съ западной вершины горы Россбергъ, лежащей къ сѣверу отъ вершины Риги. Обваломъ разрушено 4 деревни и отъ него погибло до 450 человѣкъ. Остатки этого разрушенія, а равно и огромныя массы обвалившейся породы

можно видѣть еще въ настоящее время близъ станціи Артъ Гольдау Сен-Готардской желѣзной дороги.



27. **Обломокъ известняка изъ поддонной морены Гриндельвальдскаго ледника.**

Получившійся обломочный матеріалъ или остается на мѣстѣ, или сносится, разрушаясь все болѣе и болѣе, вѣтромъ и водою и отлагается по склонамъ холмовъ, въ долинахъ рѣкъ или попадаетъ въ море. Что проточная вода представляетъ собою громадную силу, способствующую передвиженію матеріала — въ этомъ легко убѣдиться, если вспомнить тѣ ужасныя разрушенія, которыя произведены въ послѣднее время громадными разливами рѣкъ. Изслѣдованія надъ количествомъ механически примѣшанныхъ и растворенныхъ въ водѣ твердыхъ веществъ,

28. **Каменное море въ Богемскомъ лѣсу.** По фотографіи Х. Эккерта въ Прагѣ.

доставляемыхъ нашими рѣками морю, дали по истинѣ громадныя цифры. Такъ напр.: Рона доставляетъ въ Средиземное море до 20 милліоновъ куб.

метровъ твердыхъ веществъ въ годъ и остатковъ этихъ достаточно, чтобы, начиная съ IV в. по Р. Х. и до нашего времени, отодвинуть морской берегъ у устьевъ Роны на 20 миль въ море. Рѣки, которыя берутъ свое начало въ Тевтобургскомъ лѣсу и на Верхнемъ Гарцѣ, содержатъ въ своей водѣ процентно — весьма мало извести. Если, однако, мы подсчитаемъ, какое количество породы уносится такимъ образомъ водою изъ горъ, то мы получимъ громадную массу, которую можно представить въ видѣ куба, съ ребромъ около 33 метр. длиною.

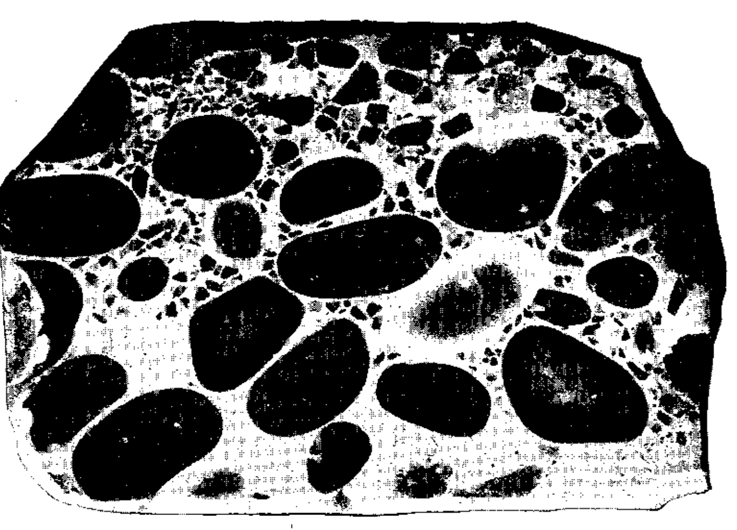
Такою дѣятельностью объясняется происхожденіе внутри земной коры огромныхъ пещеръ, примѣры которыхъ мы имѣемъ близъ Рюбелана на Гарцѣ, близъ мѣстечка Адельсберга и въ др. мѣстахъ.

Часть извести уносится водою, часть же выдѣляется тутъ же въ пещеры, образуя сталагмиты и сталактиты, красота и разнообразіе формъ которыхъ справедливо возбуждаетъ наше удивленіе (см. фиг. 24).

Тамъ, гдѣ известняки выходятъ на поверхность, также происходитъ хотя и весьма медленное, но все же замѣтное разрушеніе породы, результатомъ котораго является образованіе такъ называемыхъ карръ, или шраттовъ, которые, напримѣръ, въ нашихъ известковыхъ Альпахъ тянутся на большія разстоянія (фиг. 25).



29. **Известковая брекчія, сцементированная бурымъ шпатомъ.**

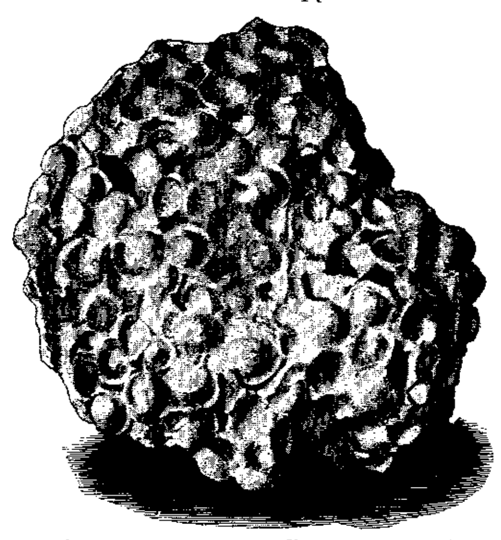


30. **Шлифъ конгломерата изъ Зюденгланда.**

Ледниковый ледъ также способствуетъ разрушенію породъ, измельченію и переносу образовавшагося обломочнаго матеріала. Обвалившійся съ крутыхъ обрывовъ ледниковой долины матеріалъ попадаетъ на поверхность ледника и выступаетъ на ней въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ — ледниковые столы (фиг. 26) или въ видѣ цѣлаго увала (морены), составленнаго изъ множества обломковъ и частью проваливается сквозь ледъ на дно долины и истирается

между льдомъ и дномъ долины, а частью остается на поверхности льда и спускается вмѣстѣ съ нимъ внизъ по долинѣ.

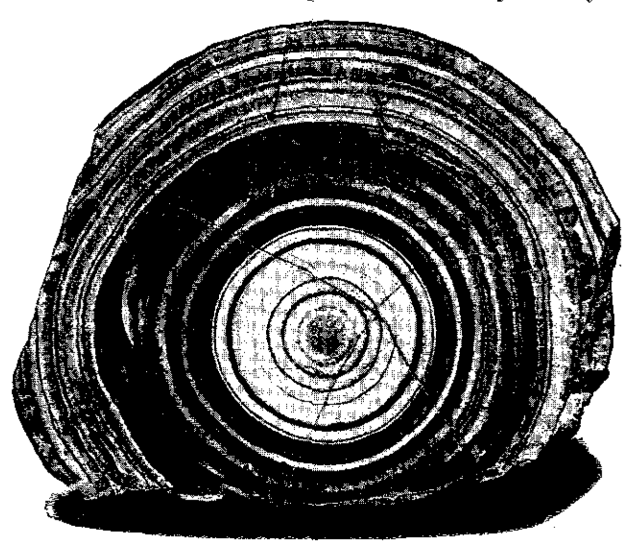
Въ концѣ ледника мелкій истертый матеріалъ сносится вытекающимъ изъ него потокомъ, а крупный остается на мѣстѣ, образуя такъ называемую конечную морену. Тамъ, гдѣ происходитъ отступаніе ледниковъ, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ Альпахъ, освободившееся отъ ледниковаго покрова дно долины оказывается обыкновенно сглаженнымъ и покрытымъ штрихами, сдѣланными камнями, попавшими на дно во время движенія ледника. Сами камни также шлифуются и покрываются штрихами по различнымъ направленіямъ, подобно тому какъ это показано на фиг. 27, представляющей одинъ изъ отшлифованныхъ обломковъ известняка изъ подъ Гриндельвальдскаго ледника.



31. **Гороховый камень изъ Карлсбада.** Примѣръ оолитовой структуры.

Классификація осадочныхъ породъ основана на различіи матеріала, изъ котораго онѣ состоятъ и на степени разрушенія этого матеріала.

Если разрушенный матеріалъ остался на мѣстѣ или былъ перенесенъ на сравнительно небольшое разстояніе, то обломки его сохраняютъ свою угловатую форму. Накопленія такого обломочнаго матеріала въ большомъ количествѣ называются каменнымъ моремъ, *фиг.* 28, *если* отдѣльные обломки ничѣмъ не связаны между собою и брекчіями (фиг. 29), если они связаны между собою какимъ либо (чаще всего известковистымъ) цементомъ.



32. **Скорлуповатая структура въ аррагонитѣ изъ Карлсбада.** (1/2 наст. велич.)

При переносѣ на большія разстоянія матеріалъ шлифуется и вмѣсто угловатой получаетъ округленную форму (валуновъ и галекъ), причемъ истирается болѣе мягкій матеріалъ и остаются болѣе твердыя части. Осадки такого округленнаго матеріала, связаннаго какимъ либо цементомъ, называются конгломератами, (фиг. 30) если отдѣльные куски имѣютъ значительную величину и песчаниками, при небольшой величинѣ зеренъ изъ, которыхъ они состоятъ.

Иногда — въ образованіяхъ болѣе юныхъ, обтертый матеріалъ конгломератовъ и песчаниковъ ничѣмъ не связанъ между собою и образуетъ от-



33. **Переносныя дюны на берегу Балтійскаго моря.** Съ фотографіи бр. Готтейль въ Кенигсбергѣ.

3*

ложенія мелко- и крупнозернистаго песку, хряща или гравія, эратическихъ камней и валуновъ, представляя въ этомъ послѣднемъ случаѣ хорошій строительный матеріалъ для странъ бѣдныхъ обнаженіями коренныхъ породъ.



34. **Кусокъ осадочной породы въ пустынѣ Атакама.** (½ наст. велич.)

Наиболѣе мелкій матеріалъ переносится рѣками на далекія разстоянія, часто достигая моря и образуетъ здѣсь иловатые осадки, превращающіеся сначала въ глину, уплотняющуюся далѣе въ сланцеватую глину и глинистые сланцы, имѣющіе, какъ показываетъ само названіе, тонко сланцеватую структуру.

Этому отложенію глинистыхъ и песчанистыхъ осадковъ по берегамъ моря способствуетъ въ значительной степени и дѣятельность морской воды, механически разрушающей берега болѣе крутые и отлагающей разрушенный матеріалъ близъ береговъ пологихъ.

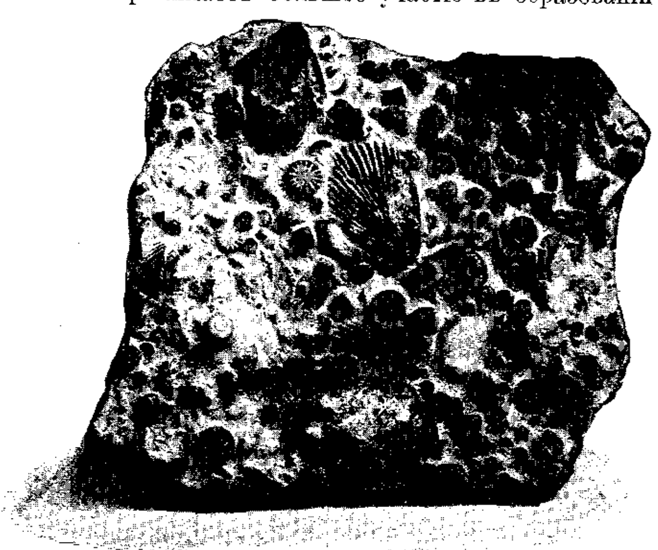
Всѣ до сихъ поръ разсмотрѣнныя осадочныя породы являлись продуктами механическаго дѣйствія воды. Но вода дѣйствуетъ на многія породы и химически, растворяя нѣкоторыя составныя части породъ въ значительномъ количествѣ. Растворенный въ водѣ матеріалъ уносится водою, достигаетъ моря и въ мѣстахъ олагопріятныхъ, — въ бухтахъ и заливахъ, гдѣ испареніе воды превышаетъ ея притокъ, происходитъ сначала концентрація раствора, а затѣмъ и выдѣленіе растворенныхъ въ водѣ веществъ, которому часто способствуетъ дѣятельность живущихъ въ водѣ растеній и животныхъ. Такимъ именно путемъ образуются отложенія различныхъ солей: каменной соли, калійныхъ солей, а равно гипса, ангидрида (безводный гипсъ), нѣкоторыхъ известняковъ, доломитовъ (смѣсь углекислой извести и магнезіи) и др. породъ.

35. **Угловатый валунъ.**

Нѣкоторые известняки имѣютъ своеобразную оолитовую структуру, типичнымъ примѣромъ которой могутъ служить отлагаемые горячими источниками Карлсбада гороховые (см. фиг. 31) и икряные камни. Иногда отдѣль-

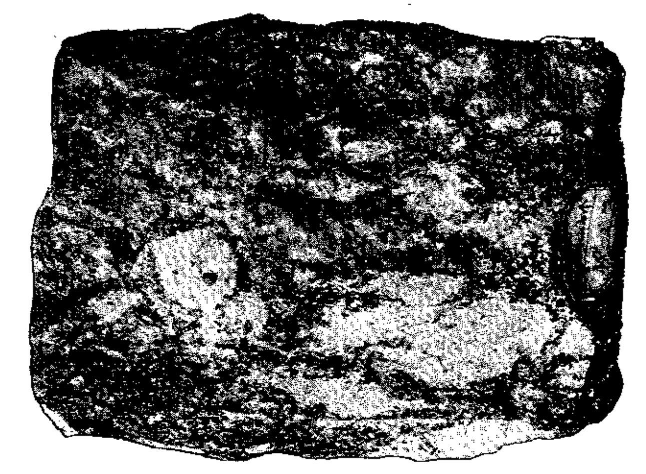
ныя зерна получаютъ при этомъ значительную величину и въ такомъ случаѣ на нихъ отчетливо наблюдается скорлуповатое и вмѣстѣ съ тѣмъ жилковатое ихъ строеніе (фиг. 32).

Дѣятельность вѣтра такъ же принимаетъ большое участіе въ образованіи земной коры, особенно въ странахъ жаркихъ, сухихъ и лишенныхъ растительности и въ районѣ распространенія дюнныхъ отложеній, состоящихъ изъ легкаго несцементированнаго матеріала, легко переносимаго вѣтромъ.



36. Раковинный известнякъ изъ Тюрингіи, съ массою окаменѣлостей (членики лилій и раковины Lima Striata).

Силою вѣтра поднимаются въ воздухъ и переносятся на большія разстоянія громадныя массы легкой пыли и песку. Болѣе тяжелыя зерна такъ же могутъ переноситься вѣтромъ, скользя по поверхности, шлифуя ее, шлифуясь и истираясь сами, подобно тому какъ это имѣетъ мѣсто для обломковъ камней, попавшихъ подъ ледникъ. Перенесенный матеріалъ, отлагаясь въ мѣстностяхъ, для этого благопріятныхъ, можетъ образовать значительныя толщи новыхъ породъ. Примѣромъ странъ, гдѣ дѣятельность вѣтра, въ смыслѣ переноса и отложенія громадныхъ количествъ измельченнаго матеріала имѣетъ большое значеніе, могутъ служить Сахара, съ ея давно извѣстными ураганами пыли, штаты *Аризона и* Калифорнія въ Сѣв. Америкѣ, южная Австралія, равнины Аргентинской республики, внутренняго Китая и Туркестана.



37. Глазчатый гнейсъ.

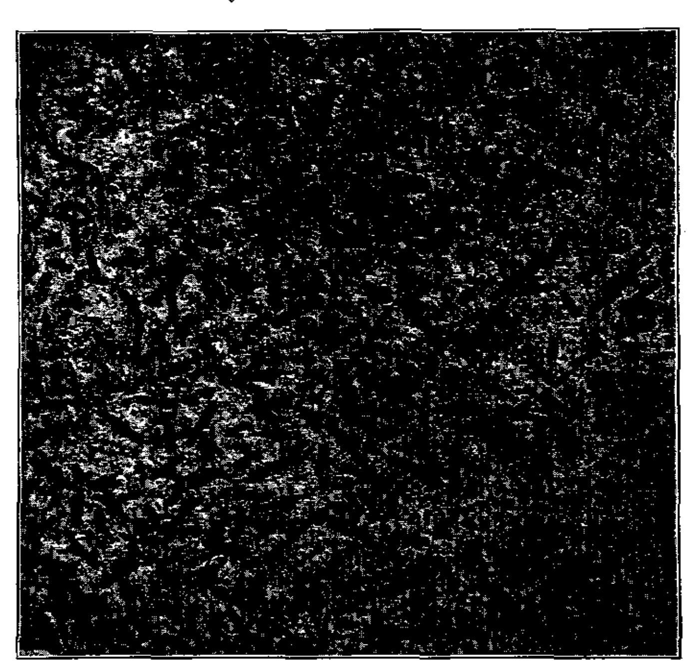
Распространенныя въ этихъ странахъ отложенія лёсса, состоящаго изъ мельчайшихъ кварцевыхъ зеренъ, покрываютъ собою пространства въ тысячи квадратныхъ миль площадью, иногда въ нѣсколько сотъ метровъ мощности, и служатъ нагляднымъ доказательствомъ громаднаго значенія вѣтра, какъ геологическаго агента, такъ какъ участіе послѣдняго въ ихъ образованіи является несомнѣннымъ.

Въ районѣ дюнныхъ отложеній вѣтромъ переносятся большія количества песку, причемъ на поверхности дюнъ образуются волны на подобіе морскихъ

волнъ (см. фиг. 33). Примѣромъ разрушительнаго дѣйствія вѣтра на породы можетъ служить истираніе и шлифовка утесовъ и обломковъ болѣе твердыхъ породъ — тончайшими зернами песку, носящимися въ воздухѣ.

Фиг. 34 представляетъ кусокъ, осадочной породы изъ пустыни Атакама, отшлифованный мелкими частицами песку, причемъ части болѣе мягкія истерты въ гораздо большей степени, чѣмъ части болѣе твердыя. Въ породахъ изверженныхъ частицами песку производятся штрихи на подобіе ледниковой штриховки. Валуны округлой формы пріобрѣтаютъ иногда вслѣдствіе полировки тончайшими частицами песку — угловатую форму съ острыми краями (фиг. 35).

Какъ было уже замѣчено выше, въ осадочныхъ породахъ заключаются остатки прежней растительной и животной жизни на землѣ въ разной степени сохраненія.



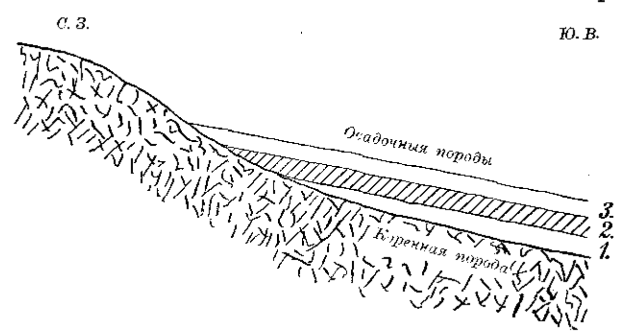
38. Глинистый сланецъ съ выдѣленіями въ видѣ плодовъ.

Число родовъ и видовъ этихъ организмовъ такъ велико и имѣетъ столь важное значеніе при опредѣленіи относительнаго возраста осадочныхъ отложеній, что этому предмету будетъ посвященъ особый отдѣлъ книги. Здѣсь же замѣтимъ только, что остатки организмовъ встрѣчаются иногда въ такомъ значительномъ количествѣ, что нѣкоторыя породы, каковы, напримѣръ, ископаемые угли и нѣкоторые известняки (фиг. 36) представляются какъ бы сплошь состоящими изъ такихъ остатковъ.

Породы метаморфическія представляютъ какъ по значительному своему распространенію, такъ и по частому нахожденію въ нихъ различныхъ рудъ совершенно особый интересъ для лицъ, занимающихся горнымъ дѣломъ.

По своему сланцеватому строенію и по условіямъ залеганія въ корѣ земной — породы данной группы напоминаютъ собою осадочныя породы, отличаясь отъ этихъ послѣднихъ только тѣмъ, что матеріалъ, изъ котораго онѣ составлены, не представляетъ собою обломочнаго матеріала, происшедшаго отъ разрушенія изверженныхъ породъ, а тѣ же минералы, изъ которыхъ составлены и изверженныя породы, причемъ минералы эти обладаютъ иногда ясно выраженной кристаллической формой. Изъ числа метаморфическихъ породъ особенно замѣчательны гнейсъ и слюдяной сланецъ. Гнейсъ состоитъ изъ тѣхъ же минераловъ, что и гранитъ, съ тѣмъ лишь различіемъ, что бывшее тамъ неправильное расположеніе зеренъ замѣняется въ гнейсѣ параллельнымъ расположеніемъ листочковъ слюды, отчего вся порода получаетъ сланцеватую структуру.

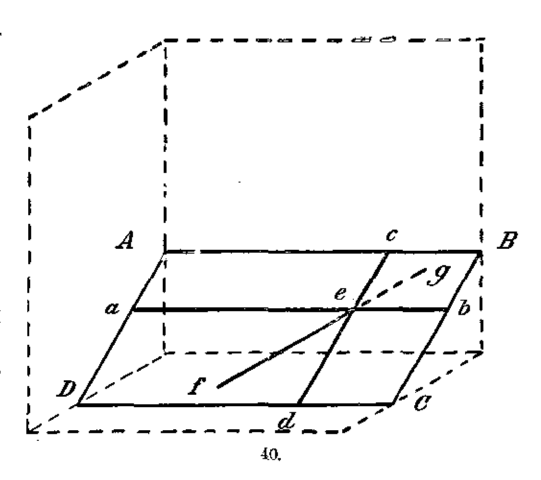
Иногда одна изъ составныхъ частей гнейса преобладаетъ надъ другими и получаются различныя разновидности породы, получающія свое названіе по имени преобладающей составной части: роговообманковый, авгитовый и др. гнейсы. Часто вмѣсто мелкихъ зеренъ въ гнейсѣ замѣчаются крупныя зерна кварца, полевого шпата, отчего самая порода измѣняетъ свой видъ и мы получаемъ, такъ называемый, глазчатый гнейсъ (фиг. 37).



39. **Отложенія осадочныхъ породъ.** Разрѣзъ по паденію.

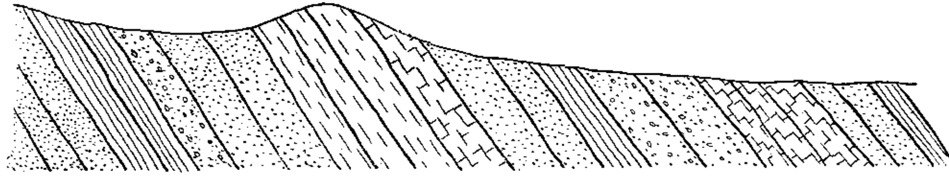
Слюдяной сланецъ состоитъ изъ кварца и слюды, къ которымъ присоединяются иногда, въ значительномъ количествѣ, гранатъ, кристаллы известковаго шпата и друг. минералы.

Относительно образованія метаморфическихъ породъ, называемыхъ иногда *кристаллическими сланцами*, въ настоящее время господствуетъ слѣдующе воззрѣніе.



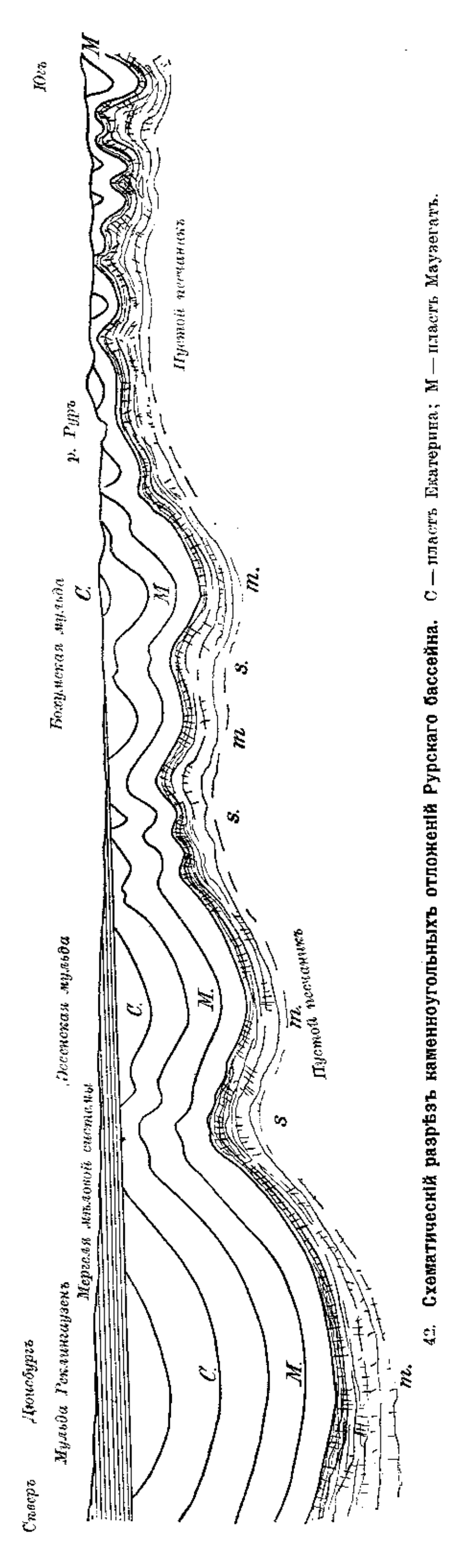
40.

Данныя породы представляютъ собою осадочныя породы, измѣнившіяся подъ вліяніемъ соприкосновенія съ огненно-жидкой массой, отъ дѣйствія горячихъ водъ и другихъ причинъ, результатомъ которыхъ явилось выкристаллизованіе различныхъ минераловъ. Правильность такого воззрѣнія подтверждается тѣмъ, что близъ выхода изверженныхъ породъ наблюдается часто постепенный переходъ обыкновенныхъ глинистыхъ сланцевъ — въ настоящіе слюдяные сланцы и сходныя съ ними породы. Въ переходныхъ породахъ кристаллизація наблюдается лишь въ зачаткѣ и такимъ образомъ получаются глинистые сланцы съ выдѣленіями различной формы въ видѣ пятенъ, плодовъ, колосьевъ и т. п. (фиг. 38).



41. ***Свита пластовъ съ крутымъ паденіемъ.***

Кристаллическіе сланцы, метаморфизовавшіеся вслѣдствіе соприкосновенія съ изверженными породами, называются иногда контактовыми сланцами, такъ какъ они расположены въ мѣстахъ соприкосновенія (въ контактѣ) осадочныхъ и изверженныхъ породъ. Иногда метаморфизація породъ происходитъ, какъ



42. **Схематическій разрѣзъ каменноугольныхъ отложеній Рурскаго бассейна.** C — пластъ Екатерина; M — пластъ Маузегатъ.

сказано выше, вслѣдствіе давленія породъ вышележащихъ, вслѣдствіе дѣятельности циркулирующихъ въ породѣ водъ и другихъ причинъ.

Условія залеганія осадочныхъ породъ. Условія залеганія остаются общими для всѣхъ осадочныхъ породъ, каковъ бы ни былъ способъ ихъ образованія.

Въ простѣйшемъ видѣ условія залеганія будутъ слѣдующія (фиг. 39). На коренной породѣ, каковою могутъ служить, напримѣръ, породы изверженныя, отлагаются послѣдовательно слои различныхъ породъ, причемъ каждый послѣдующій слой будетъ очевидно отложенъ позже слоя нижележащаго.

Слой, лежащій непосредственно надъ даннымъ пластомъ, называется кровлею, а лежащій подъ нимъ почвою этого пласта; толщина по нормали къ плоскостямъ, ограничивающимъ пластъ — мощностью послѣдняго.

Дабы опредѣлить положеніе даннаго слоя или пласта, въ плоскости послѣдняго воображаютъ горизонтальную линію ab (фиг. 40) — называемую линіею простиранія — и линію cd — къ ней перпендикулярную — которая называется линіей паденія пласта и опредѣляютъ: 1) уголъ, составляемый линіей простиранія съ магнитною стрѣлкою — называемый угломъ простиранія пласта; 2) уголъ паденія пласта, т. е. уголъ составляемый линіей паденія съ ея горизонтальной проекціей fg, измѣряющій собою двугранный уголъ между плоскостью пласта и горизонтальной плоскостью, и 3) направленіе страны свѣта, въ которую пластъ падаетъ.

Если мы имѣемъ дѣло съ цѣлою свитою параллельныхъ пластовъ, то указанныя измѣренія достаточно произвести надъ однимъ изъ пластовъ и тогда положеніе всѣхъ остальныхъ пластовъ будетъ извѣстно, если мы будемъ знать ихъ мощность.

Кромѣ линіи простиранія и паденія — важное значеніе въ горномъ дѣлѣ имѣютъ еще слѣдующія два направленія: а) діагональю пласта называется всякая линія, проведенная въ плоскости пласта и не совпадающая съ линіями простиранія и паденія, и b) направленіемъ въ крестъ

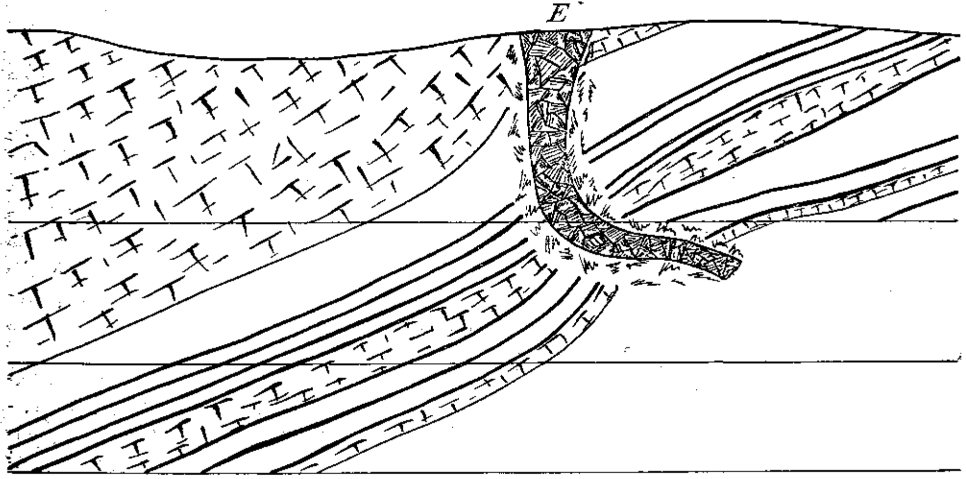
простиранія — называется направленіе горизонтальной проекціи fg, линіи паденія пласта.

Разсматривая обширныя свиты пластовъ, занимающія иногда площади въ нѣсколько сотъ квадратныхъ миль и достигающія мощности въ нѣсколько сотъ метровъ, легко замѣтить, что указанныя простыя условія залеганія пластовъ въ видѣ правильныхъ пологихъ доскообразныхъ массъ далеко не сохраняются на всемъ протяженіи свиты и что, въ дѣйствительности, часто наблюдаются всевозможныя отступленія отъ этой простоты и правильности въ условіяхъ залеганія, отступленія, обусловливаемыя частью условіями, въ которыхъ происходило отложеніе матеріала при са́момъ образованіи породъ, частью же процессами, имѣвшими мѣсто, уже послѣ ихъ образованія.



43. **Мелкая складчатость въ глинистомъ сланцѣ.**

Отложенія осадочныхъ породъ имѣли первоначально видъ замкнутыхъ котловинъ или мульдъ, подобныхъ тѣмъ, какими представляется въ настоящее время дно нашихъ внутреннихъ морей и океановъ. Если при этомъ отложеніе происходило долгое время и по всей поверхности дна, то результатомъ этого могли явиться пласты тѣхъ или другихъ породъ, имѣющіе значительные горизонтальные размѣры. Если же отложеніе даннаго матеріала происходило только въ опредѣленныхъ мѣстахъ, и по какимъ-либо причинамъ прерывалось, то пластъ получался



44. **Жила мелафира среди каменноугольныхъ отложеній Нижней Силезіи.**

небольшихъ сравнительно размѣровъ, быстро выклинивающійся по мѣрѣ удаленія отъ даннаго мѣста.

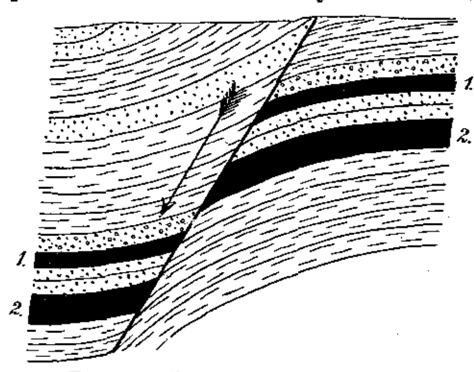
Послѣ отложенія осадочныхъ породъ условія залеганія ихъ часто измѣ-

нялись подъ вліяніемъ различныхъ причинъ, среди которыхъ горизонтальное стяженіе земной коры, прорывъ отложившихся породъ — выходомъ породъ изверженныхъ и образованіе трещинъ въ породахъ, составляющихъ кору земную, имѣютъ первенствующее значеніе.


45. Трещина въ земной корѣ на крутомъ берегу рѣки Схонай.

Вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ происходятъ различныя нарушенія правильнаго залеганія породъ. Такъ пласты осадочныхъ породъ нерѣдко имѣютъ крутое (фиг. 41) паденіе и иногда являются совершенно отвѣсными. При этомъ мы будемъ имѣть на поверхности не одинъ пластъ, какъ это было въ случаѣ пластовъ пологопадающихъ (см. фиг. 39), а цѣлый рядъ этихъ послѣднихъ, изъ которыхъ каждый выходитъ на поверхности въ видѣ длинной и узкой полосы, называемой выходомъ или обнаженіемъ пласта.

Вслѣдствіе горизонтальнаго стяженія земной коры пласты осадочныхъ породъ являются разнообразно изогнутыми, причемъ, получается цѣлый рядъ котловинъ или мульдъ и сѣделъ. Рядъ подобныхъ котловинъ и сѣделъ, наблюдаемыхъ въ пластахъ Рурскаго бассейна представленъ на фиг. 42.



46. Поперечный разрѣзъ одного изъ сбросовъ въ отложеніяхъ каменноугольной системы.

Верхняя часть сѣделъ бываетъ иногда смыта, отчего образуются такъ называемыя воздушныя сѣдла (см. пласты подъ литерою С съ лѣвой стороны чертежа). Иногда на размытой поверхности пластовъ болѣе древнихъ отлагаются въ положеніи, близкомъ къ горизонтальному, пласты болѣе новыхъ породъ, образуя такъ называемое несогласное налеганіе породъ другъ на друга.

Подобныя складки и изгибъ пластовъ замѣчаются нерѣдко и въ мелкомъ масштабѣ на отдѣльныхъ кускахъ породы. Такъ на фиг. 43 изображенъ кусокъ глинистаго сланца, слои котораго подверглись сильному изгибу, сопровождавшемуся въ нѣкоторыхъ мѣстахъ переломомъ слоевъ, несмотря на значительную пластичность породы.

Примѣромъ разрыва пластовъ выходами изверженныхъ породъ можетъ служить представленный на фиг. 44 разрывъ пластовъ каменноугольной формаціи нижней Силезіи выходами мелафировъ Е.

Правильное залеганіе породъ нарушается иногда образованіемъ трещинъ, сопровождавшимся передвиженіемъ разорванныхъ частей другъ относительно друга.

Явленіе это, называемое сбросомъ породъ, можно иногда наблюдать и въ настоящее время. Такъ во время большого землетрясенія, бывшаго въ Японіи 28 октября 1891 года, въ корѣ земной образовались большія трещины, причемъ разорванныя части поверхности перемѣстились другъ относительно друга на нѣсколько метровъ по вертикали, какъ это видно на прилагаемомъ рисункѣ 45. Перемѣщеніе породъ въ горизонтальномъ направленіи можно было усмотрѣть изъ того обстоятельства, что межи полей по обѣимъ сторонамъ трещины послѣ образованія послѣдней уже не совпадали между собою.

О величинѣ относительнаго перемѣщенія частей въ древнихъ сбросахъ, часто встрѣчаемыхъ при разработкѣ мѣсторожденій, можно судить по взаимному расположенію оторванныхъ частей одной и той же породы по обѣ стороны трещины (фиг. 46).

Хронологическая классификація осадочныхъ породъ.

Строеніе и составъ осадочныхъ породъ оказываются недостаточными для научнаго подраздѣленія ихъ, такъ какъ съ одной стороны составъ породъ, образовавшихся въ различныя времена, часто бываетъ одинъ и тотъ же, а съ другой большая или меньшая плотность строенія породъ, напримѣръ глинистыхъ, не всегда можетъ служить основаніемъ для опредѣленія ихъ возраста.

Часто можетъ случиться, что древнія осадочныя отложенія, образовавшіяся безъ участія большого давленія породъ, выше лежащихъ, сохраняютъ форму пластической несланцеватой глины, тогда какъ породы болѣе юныя могутъ подъ вліяніемъ давленія или другихъ причинъ перейти уже въ глинистые сланцы.

Прежде, чѣмъ перейти къ изложенію основъ хронологической классификаціи осадочныхъ породъ, замѣтимъ, что въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ только объ относительной, а не объ абсолютной геологической древности этихъ породъ. Для опредѣленія абсолютнаго возраста осадочныхъ отложеній, другими словами, для опредѣленія хотя бы приблизительно точной продолжительности геологическихъ эпохъ у насъ нѣтъ никакихъ данныхъ и всѣ вычисленія по этому вопросу должны быть признаны преждевременными. Единственно вѣрнымъ является только предположеніе, что продолжительность этихъ эпохъ должна была быть громадной, такъ какъ вся сумма нашихъ геологическихъ знаній убѣждаетъ, что всѣ измѣненія, наблюдаемыя нами въ доступной нашему изслѣдованію части земной коры, обязаны своимъ происхожденіемъ дѣйствію тѣхъ же незамѣтныхъ силъ, подъ вліяніемъ которыхъ эти измѣненія продолжаются и до настоящаго времени. Естественно, что при малой интенсивности этихъ силъ, продолжительность дѣйствія послѣднихъ должна была быть громадной, чтобы результатомъ его могли явиться тѣ большія, сравнительно, измѣненія состава строенія и условій залеганія, которыя произошли въ осадочныхъ породахъ, послѣ ихъ образованія.

Въ районахъ, ограниченныхъ по своему протяженію, мы имѣемъ еще нѣкоторыя данныя для опредѣленія относительной древности породъ по ихъ условіямъ залеганія и составу. Такъ породы, лежащія въ кровлѣ даннаго пласта, большею частью моложе самого пласта и породъ, лежащихъ въ почвѣ послѣдняго. Изверженныя породы, прорѣзывающія другія изверженныя же или осадочныя породы, образовались позже этихъ послѣднихъ, такъ же точно какъ конгломераты, содержащіе обломки окружающихъ коренныхъ породъ, а равно изверженныя породы, въ массѣ которыхъ имѣются обломки окружаю-

щихъ породъ. Эти признаки являются, однако, недостаточными для сужденія объ относительной древности породъ, выходы которыхъ находятся на весьма большомъ разстояніи другъ отъ друга, такъ какъ наиболѣе надежный изъ нихъ, основанный на условіяхъ налеганія породъ другъ на друга, или, какъ говорятъ, на стратиграфическихъ взаимоотношеніяхъ породъ, требуетъ, чтобы былъ извѣстенъ полный геологическій разрѣзъ между этими выходами, что, очевидно, невозможно, напримѣръ, въ примѣненіи къ выходамъ породъ, находящихся въ разныхъ частяхъ свѣта.

Единственно надежнымъ признакомъ для опредѣленія относительной древности породъ могутъ въ этомъ случаѣ служить только остатки растеній и животныхъ, населявшихъ землю во время ихъ образованія. Отрасль геологіи — палеонтологія, занимающаяся изученіемъ этихъ, какъ говорятъ, ископаемыхъ представителей древней флоры и фауны, служитъ, поэтому, одною изъ главныхъ вспомогательныхъ наукъ при изученіи осадочныхъ образованій.

Работы Чарльса Дарвина, пролившія много свѣта на органическую жизнь прошлыхъ геологическихъ эпохъ нашей планеты, показали, что всѣ нынѣ живущія формы на землѣ образовались постепенно, изъ немногихъ простѣйшихъ формъ, путемъ медленнаго превращенія видовъ, обладающихъ менѣе сложною организаціею, въ виды съ организаціею болѣе сложною.

Этими работами и позднѣйшими изслѣдованіями былъ также установленъ тотъ фактъ, что въ первыя эпохи органической жизни климатическія и другія условія, отъ которыхъ зависитъ географическое распредѣленіе представителей растительнаго и животнаго царства, отличались большимъ однообразіемъ на всей поверхности земли.

Вслѣдствіе этого первобытная органическая жизнь также отличалась большимъ однообразіемъ и, лишь мало по малу, образовалось наблюдаемое нынѣ рѣзкое различіе флоры и фауны по климатическимъ поясамъ и дифференцировка флоры и фауны морской отъ прѣсноводной, приморской отъ континентальной и т. п.

Въ органической жизни на землѣ замѣчается постоянное измѣненіе формъ, появленіе новыхъ и вымираніе старыхъ видовъ и, если отдѣльныя детали этого процесса для насъ остаются неизвѣстными, то, все же, общій ходъ развитія органической жизни на землѣ можно считать хорошо изслѣдованнымъ.

Въ ряду вымершихъ формъ особенно важными для опредѣленія геологическаго возраста породъ являются формы, которыя послѣ своего появленія быстро получили значительное развитіе и послѣ небольшого, сравнительно, промежутка времени вымерли. Остатки этихъ формъ, которыя мы называемъ руководящими формами, являются крайне характерными для слоевъ, ихъ заключающихъ.

Приступая къ описанію различныхъ характерныхъ ископаемыхъ формъ и къ раздѣленію осадочныхъ породъ по ихъ возрасту, мы приведемъ прежде всего общую схему такого раздѣленія въ томъ видѣ, въ какомъ она принята нынѣ всѣми.

Приводя эту схему, мы считаемъ необходимымъ оговорить, что она далеко не исчерпываетъ собою всѣхъ деталей палеонтологическаго подраздѣленія породъ.

Дробность этого подраздѣленія зависитъ отъ степени изученности данныхъ породъ и доходитъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ до такихъ предѣловъ, что слои въ нѣсколько сантиметровъ мощности получили особое названіе вслѣдствіе того, что въ нихъ найдены характерные для нихъ остатки прежней флоры и фауны. Типичнымъ примѣромъ такой дробности подраздѣленія могутъ служить юрскія образованія южной Германіи и другія хорошо изученныя осадочныя отложенія.

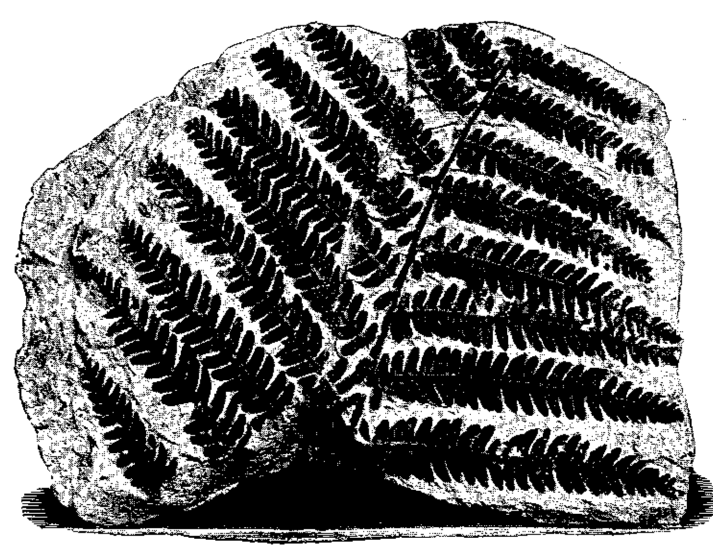
Въ нижеслѣдующемъ будутъ даны описаніе и рисунки нѣкоторыхъ важнѣйшихъ ископаемыхъ, сдѣланные по хорошо сохранившимся образцамъ, принадлежащимъ Фрейбергской академіи. Понятно, что по недостатку мѣста здѣсь пришлось ограничиться только самымъ небольшимъ числомъ видовъ ископаемой флоры и фауны и что, слѣдовательно, данный отдѣлъ книги никоимъ образомъ не можетъ претендовать на какую-либо полноту своего изложенія. Нѣкоторые изъ этихъ пробѣловъ будутъ, впрочемъ, пополнены при изложеніи другихъ ея отдѣловъ.

Схема геологическихъ системъ.

Кенозойская группа Новая эра	Система послѣтретичная	Современныя отложенія (аллювій)	
		Постпліоценовыя отложенія (диллювій)	
	Система третичная	Пліоценъ Міоценъ	Нов. третичн. осадки (неогенъ)
		Олигоценъ Эоценъ	Древніе третичные осадки (палеогенъ)
Мезозойская группа Средняя эра	Система мѣловая	Сенонъ Туронъ Сеноманъ	Верхнемѣлов. отложенія
		Гольтъ Неокомъ Вельдъ	Нижнемѣловыя отложенія
	Система юрская	Бѣлая юра Бурая юра Черная юра или Лейасъ	
	Система тріасовая	Ретическія отложенія Кейперъ (верхній тріасъ) Раковинный известнякъ (средній тріасъ) Пестрый песчаникъ (нижній тріасъ)	
Палеозойская группа Древняя эра	Система пермская (Діасъ)	Цехштейнъ Мертвый красный лежень	
	Система каменноугольная	Верхній продуктивный отдѣлъ Нижній отдѣлъ (кульмъ)	
	Система девонская	Верхній Средній Нижній	Девонъ
	Система силурійская	Верхній Нижній	Силуръ
	Система кембрійская	Верхній Средній Нижній	Кембрій
Архейская группа Доисторическая эра	Система кристаллическихъ сланцевъ и гнейсовъ	Филлитовыя отложенія Отложенія слюдяныхъ сланцевъ Гнейсовыя отложенія	

Въ гнейсахъ, слюдяныхъ сланцахъ и филлитахъ до сихъ поръ не найдено сохранившихся остатковъ органической жизни и въ пользу ея существованія въ этотъ періодъ мы имѣемъ лишь косвенное доказательство въ имѣющихся среди данныхъ породъ залежахъ графита, который многими разсматривается, какъ продуктъ метаморфизаціи каменныхъ углей — происхожденіе которыхъ изъ растительныхъ остатковъ не подлежитъ сомнѣнію.

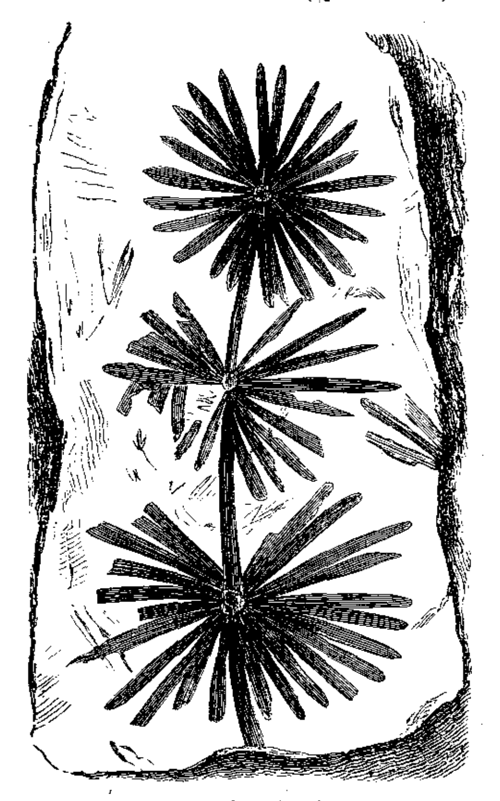
Другое косвенное доказательство въ пользу существованія органической



47. **Pecopteris (изъ сем. Папоротниковъ) каменноугольной системы.**
($^1/_2$ наст. велич.)

жизни въ означенный періодъ мы видимъ въ относительномъ богатствѣ видами флоры и фауны въ послѣдующій затѣмъ кембрійскій періодъ, дающихъ основаніе предположить, что этой жизни предшествовала другая, болѣе бѣдная числомъ видовъ.

Разсматривая сначала развитіе растительнаго царства, мы замѣтимъ, что въ кембрійскую и силурійскую эпохи произростали исключительно водоросли. Въ каменноугольную эпоху мы встрѣчаемъ богатую растительность, изъ которой образовались пласты угля, до 10 и болѣе метровъ мощности. Въ *самихъ пластахъ угля обстоятельства* не благопріятствовали сохраненію растеній — въ окружающихъ же сланцахъ — мы находимъ хорошо сохранившіеся остатки растеній.



48. **Annularia longifolia.**

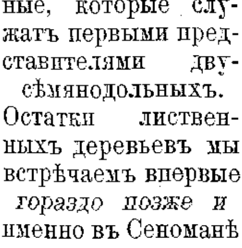
Эти остатки говорятъ опредѣленно, что растительность каменноугольной эпохи носила характеръ тропической болотной растительности, состоявшей исключительно изъ тайнобрачныхъ растеній.

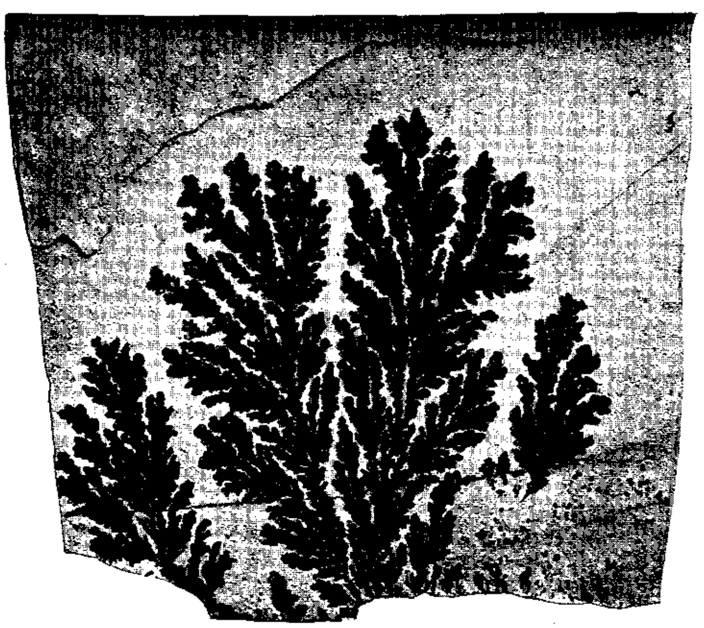
Среди этихъ растеній папоротниковыя (фиг. 47) и особенно древовидные папоротники, сигилляріи и плауны пользовались наибольшимъ распространеніемъ, причемъ послѣдніе имѣли въ то *время значительно большіе размѣры* и являлись въ видѣ настоящихъ деревьевъ.

На ряду съ перечисленными растеніями пользовались большимъ распространеніемъ громадные древовидные хвощи, вѣтви которыхъ, какъ напримѣръ Annularia (см. фиг. 48) получили особое названіе, такъ какъ онѣ первоначально были находимы отдѣльно отъ ствола и разсматривались поэтому какъ остатки самостоятельныхъ растеній.

Стволы древовидныхъ папоротниковъ (Psaronius), были находимы въ изобиліи и въ хорошо сохранившемся видѣ близъ Хемница въ Саксоніи —

въ свитѣ породъ, называемыхъ краснымъ лежнемъ, слѣдующихъ непосредственно за каменноугольными отложеніями. Изъ явнобрачныхъ растеній появляются, правда, въ небольшомъ, сравнительно числѣ уже въ каменноугольный періодъ пальмы, какъ первые представители односѣмянодольныхъ и, еще ранѣе— въ девонскій періодъ нѣкоторые хвойные, которые служатъ первыми представителями двусѣмянодольныхъ. Остатки лиственныхъ деревьевъ мы встрѣчаемъ впервые *гораздо позже* и именно въ Сеноманѣ





49. Дендритъ на литографскомъ сланцѣ изъ Золингофена. (1/2 наст. велич.)

50. Трилобиты (Paradoxides Bohemicus) изъ Кембрійскихъ слоевъ Пражской котловины.

—одномъ изъ верхнихъ ярусовъ мѣловой системы, близъ Нидершёне около Фрейберга.

Кромѣ каменноугольнаго періода—мы встрѣчаемся еще разъ и именно

въ третичномъ періодѣ съ громаднымъ развитіемъ растительности, давшимъ матеріалъ для образованія мощныхъ отложеній бураго угля.



51. **Ленточный кораллъ (Halysites catenularia) изъ Силурійскихъ отложеній.**

Растительность эта по своему характеру очень близко подходитъ къ современной тропической растительности.

Образованіе ископаемыхъ горючихъ изъ остатковъ современной растительности происходитъ и въ настоящее время на днѣ торфяныхъ болотъ.

Заканчивая сказаннымъ краткій очеркъ развитія растительнаго царства на землѣ, замѣтимъ, что на плоскостяхъ трещиновистости многихъ породъ встрѣчаются часто отпечатки, похожіе на отпечатки растеній. Отпечатки эти, называемые дендритами, (фиг. 49) представляютъ собою выдѣленія окиси желѣза и марганца и не имѣютъ съ растеніями ничего общаго.



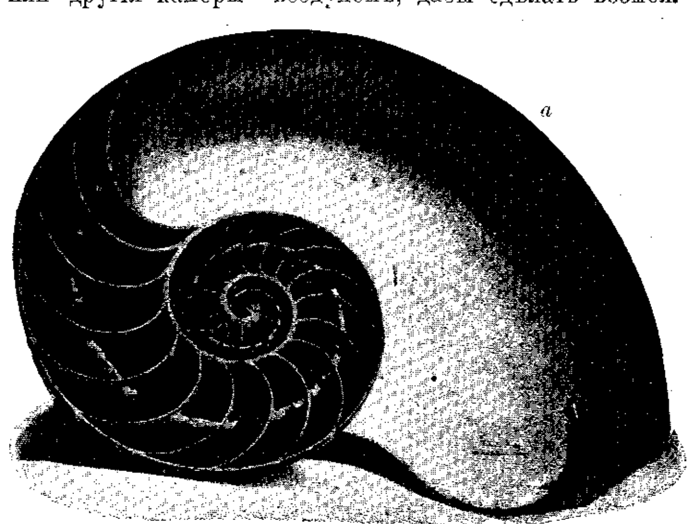
52. **Панцырная рыба (Bothriolepis Canadensis) изъ силурійскихъ слоевъ Канады.**

Приводимъ также нѣсколько примѣровъ окаменѣлостей изъ царства животныхъ. Уже въ кембрійскій періодъ мы встрѣчаемъ богатую фауну, среди которой особенно выдѣляются по общему распространенію и по числу видовъ — трилобиты (фиг. 50) представители особаго рода ракообразныхъ, встрѣчавшіеся въ древнія эпохи органической жизни и вымершіе въ каменноугольный періодъ. Кораллы встрѣчаются во всѣ періоды органической жизни, начиная съ силурійскаго вплоть до современнаго, причемъ, однако, каждому изъ такихъ періодовъ свойственны опредѣленные виды коралловъ. Такъ Halysites (цѣпной кораллъ фиг. 51), свойственъ силуру, Cyathophyllum большія ячейки котораго сростаются въ столбики — девону. Изъ позвоночныхъ животныхъ

ранѣе другихъ, уже въ силурійскій періодъ появляются отдѣльные виды рыбъ, причемъ нѣкоторые изъ нихъ, особенно изъ отряда панцырныхъ рыбъ (фиг. 52) пользуются громаднымъ распространеніемъ въ слѣдующій за силуромъ девонскій періодъ.

Для характеристики осадочныхъ отложеній особенно важными, являются два рода головоногихъ — ортоцератиты и наутиловые, встрѣчающіеся впервые въ силурійскій періодъ. Раковина этихъ животныхъ состоитъ первоначально изъ одной камеры, все болѣе и болѣе увеличивающейся вмѣстѣ съ возрастомъ животнаго.

Съ теченіемъ времени моллюскъ отлагаетъ рядъ перегородокъ отдѣляющихъ жилую камеру (а) (обыкновенно бо́льшихъ размѣровъ) отъ цѣлаго ряда нежилыхъ камеръ (см. фиг. 53). Отдѣльныя камеры сообщаются между собою и съ жилою камерою помощью трубки (сифона), черезъ которую животное можетъ наполнить тѣ или другія камеры воздухомъ, дабы сдѣлать возможнымъ плаванье на поверхности воды.



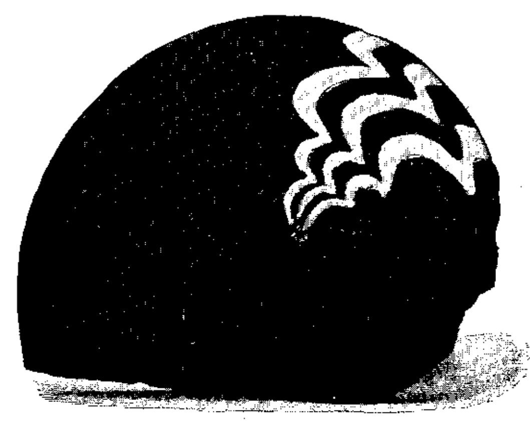
53. **Раковина Наутилуса**, поперечный разрѣзъ, а — жилая камера.

Наутиловыя встрѣчаются начиная съ силурійскаго періода и сохранились, хотя и въ крайне ограниченномъ числѣ видовъ, до настоящаго времени. Ортоцератиты (фиг. 54), отличающіеся отъ нихъ только своею прямою раковиной, находятся главнѣйше въ осадкахъ силурійской системы, гдѣ встрѣчаются также и изогнутыя въ видѣ полумѣсяца раковины рода Cyrtoceras, переходнаго между двумя первыми. Какъ наутилусы, такъ и ортоцератиты достигали въ силурійскій періодъ громадныхъ размѣровъ и мы находимъ раковины первыхъ до 2 метровъ въ поперечникѣ и вторыхъ — до двухъ метровъ длиною.

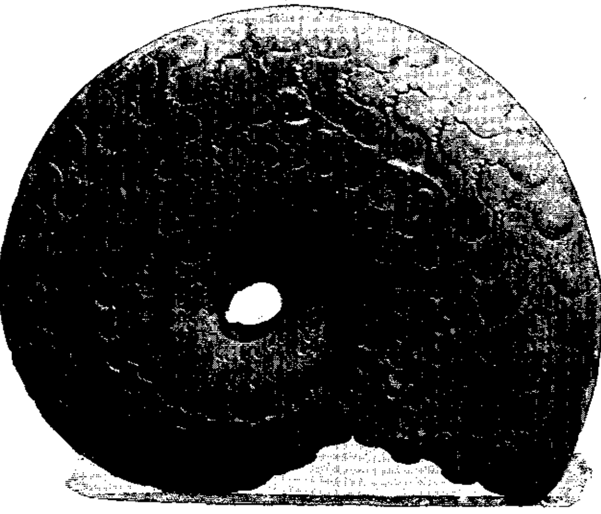
Хорошо сохранившіяся раковины ортоцератитовъ часто встрѣчаются въ силурійскихъ известнякахъ окрестностей Петербурга.

Въ классификаціи наутиловыхъ и ортоцератитовъ играетъ роль очертаніе такъ называемыхъ лопастныхъ линій, по которымъ происходило прикрѣпленіе перегородокъ къ стѣнкамъ раковины. У гоніатитовъ (фиг. 55), первыхъ представителей которыхъ мы встрѣчаемъ въ осадкахъ девонской системы линіи эти состоятъ изъ нѣсколькихъ простыхъ сѣделъ и лопастей. У появившихся позднѣе цератитовъ сѣдла остаются простыми, лопасти же зазубрены (фиг. 56). Наконецъ у настоящихъ амонитовъ, появляющихся впервые въ пермскій и достигающихъ наибольшаго развитія въ тріасовый и юрскій періоды, сѣдла и лопасти разсѣчены многочисленными вторичными вырѣзами (фиг. 57). Столь же сложною представляется лопастная линія у рода Baculites (фиг. 58).

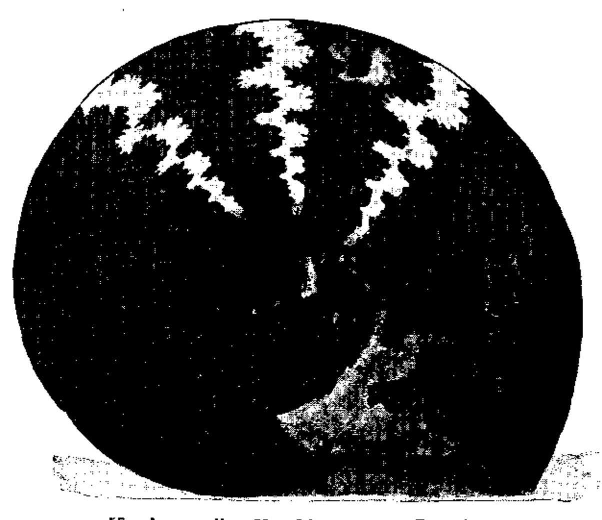
Иногда въ стѣнкахъ раковинъ юрскихъ и мѣловыхъ аммонитовъ наблюдаются въ значительномъ количествѣ выдѣленія сѣрнаго колчедана. Такія



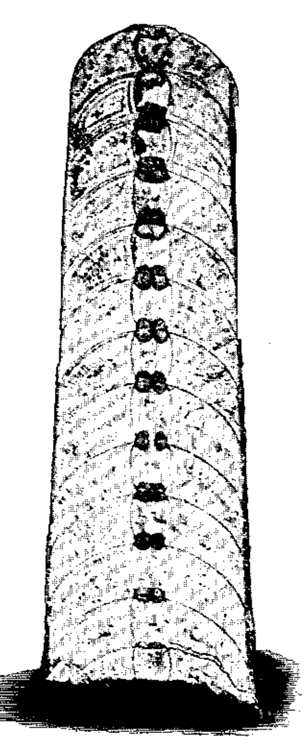
55. **Гоніатитъ изъ Девонскихъ слоевъ Россіи.**
(Наст. велич.)



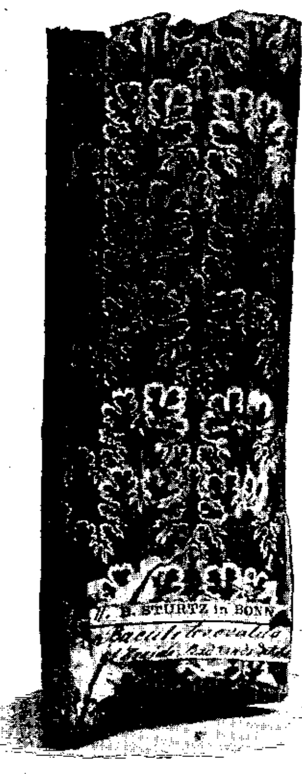
56 **Цератитъ (Ceratites nodosus). Раковинный известнякъ Германіи.**



57. **Ammonites Murchisonae изъ Бурой юры.**



54. **Ортоцератитъ.**



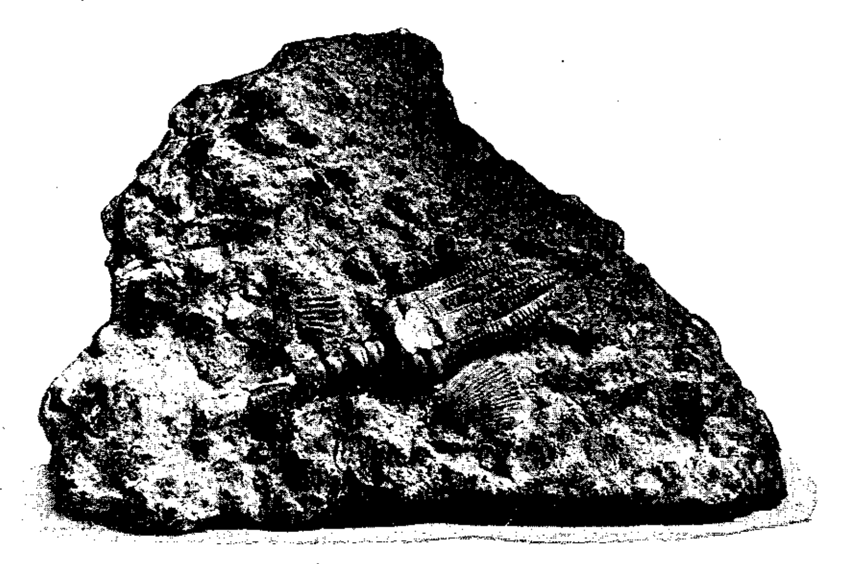
58. **Бакулитъ (Baculites ovalatus).**

раковины, часто называемыя въ общежитіи золотыми, привлекаютъ къ себѣ вниманіе диллетантовъ и служатъ для украшенія различныхъ предметовъ.

Морскія лиліи, встрѣчающіяся нынѣ сравнительно рѣдко, пользовались большимъ распространеніемъ въ мезозойскую эпоху.

Тѣло этихъ животныхъ состоитъ изъ длиннаго стебля и похожей на лилію коронки. Круглые какъ у Encrinus'а, или пятиугольные у Pentacrinus'а членики стебля морскихъ лилій попадаются въ нѣкоторыхъ юрскихъ известнякахъ въ такомъ количествѣ, что вся порода является какъ бы составленной изъ нихъ. Коронки попадаются рѣже, причемъ нѣкоторыя изъ нихъ встрѣчаются со сложенными лепестками — Encrinus liliiformis фиг. 59, другія съ раскрытыми — Pentacrinus, фиг. 60.

Примѣромъ двустворчатыхъ раковинъ могутъ служить виды: Trigonia — особенно характерные для юрской и мѣловой системы и Inoceramus, различныя

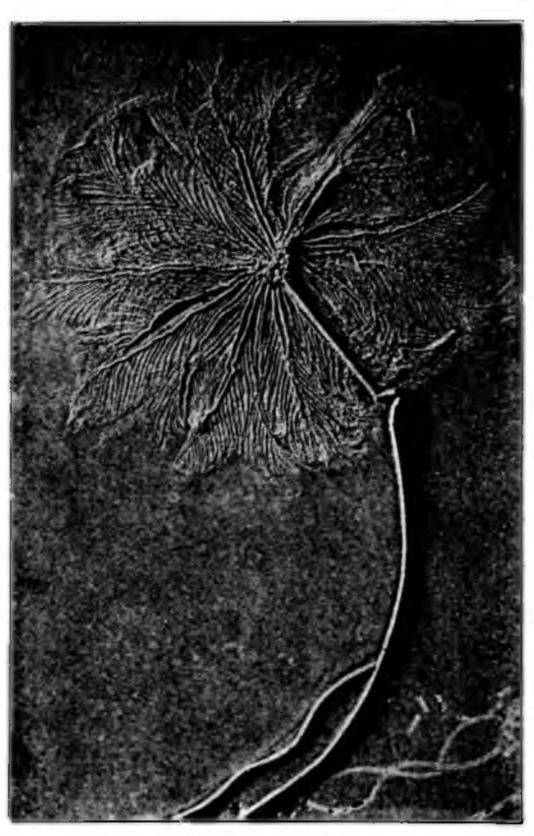


59. Encrinus liliiformis изъ раковиннаго известняка.

разновидности котораго пользуются громаднымъ распространеніемъ въ мѣловыхъ отложеніяхъ Германіи. Раковины Trigonia попадаются часто хорошо сохранившимися, подобно изображенной на фиг. 61, отъ раковинъ же Inoceramus — сохраняются чаще только ядра, представляющія собою выполненія песчаникомъ внутренности раковины и отпечатки раковинъ — на окружающихъ породахъ — самыя же раковины обыкновенно растворены протекавшими водами. Несмотря на такое исчезновеніе раковинъ, мы имѣемъ возможность составить представленіе не только о наружной ихъ формѣ, по сохранившимся отпечаткамъ, но и о внутреннемъ строеніи, такъ какъ на ядрахъ хорошо сохранились отпечатки мышечныхъ впечатлѣній (слѣды прикрѣпленія мышцъ) и замочныхъ частей раковины. О распространеніи рода Inoceramus въ мѣловой періодъ можно судить уже по одному тому, что нѣкоторые квадерные песчаники Германіи представляются какъ бы сплошь составленными изъ ядеръ этихъ раковинъ.

Морскіе ежи начинаютъ встрѣчаться уже въ силурійскій и девонскій періоды, получаютъ бо́льшее развитіе въ каменноугольный и послѣдующіе періоды и живутъ и понынѣ въ тропическихъ моряхъ.

О нахожденіи остатковъ рыбъ въ осадкахъ силурійской и девонской системы было уже упомянуто выше. Остатки слѣдующаго высшаго класса



60. **Pentacrinus изъ Лейасса.**



61. **Trigonia navis.**

62. **Ichthyosaurus изъ Лейасса.** Снимокъ съ оригинала въ 2½ метра длины изъ минералогическаго собранія во Фрейбергѣ.

позвоночныхъ-пресмыкающихся начинаютъ встрѣчаться съ осадковъ каменноугольной системы — и получаютъ особое развитіе въ осадкахъ мезозойской группы. Пресмыкающіяся этой эпохи въ изобиліи населяли, напримѣръ, моря Южной Германіи и въ осадкахъ этихъ морей мы встрѣчаемъ многочисленные остатки этихъ животныхъ, каковы, напр., изображенные на фиг. 62 остатки Ichthyosaurus'а изъ лейассовыхъ отложеній Южной Германіи. Изъ верхнеюрскихъ слоевъ мы имѣемъ остатки Archaeopteryx'а, которые вмѣстѣ съ остатками нѣкоторыхъ другихъ близкихъ къ нему родовъ разсматриваются какъ остатки первыхъ птицъ населявшихъ землю.

Первые слѣды млекопитающихся изъ отряда сумочныхъ встрѣчаются въ осадкахъ тріасоваго періода, послѣ котораго въ третичную и послѣдующую затѣмъ современную эпохи этотъ классъ позвоночныхъ получаетъ большое развитіе, завершаясь остатками древняго человѣка, найденными впервые въ дилювіальныхъ отложеніяхъ современной эпохи.

Сказаннымъ мы и закончимъ краткія свѣдѣнія о геологическомъ строеніи земной коры и переходимъ къ отдѣлу о мѣсторожденіяхъ полезныхъ ископаемыхъ.

Мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ.

Выше уже были названы нѣкоторыя горныя породы, находящія себѣ примѣненіе въ техникѣ, какъ строительный матеріалъ для различныхъ сооруженій, а равно и многія полезныя ископаемыя (каменный и бурый угли, каменная соль, мраморъ, известняки и др.), встрѣчающіяся такими массами, что онѣ могутъ быть причислены къ числу горныхъ породъ, принимающихъ существенное участіе въ строеніи земной коры.

Большинство полезныхъ ископаемыхъ встрѣчается однако въ столь незначительныхъ количествахъ, что ихъ скопленія кажутся ничтожно малыми въ сравненіи съ массою окружающихъ породъ. Несмотря на такое ничтожное, относительно, количество заключающагося въ нихъ полезнаго матеріала, скопленія эти, по причинѣ большой цѣнности послѣдняго, заслуживаютъ разработки и должны быть здѣсь разобраны болѣе подробно, такъ, какъ именно они имѣютъ главное значеніе для горнаго промысла.

Всякое скопленіе полезныхъ ископаемыхъ въ количествѣ, заслуживающемъ разработки при современномъ положеніи горнозаводской техники, называется мѣсторожденіемъ даннаго ископаемаго.

По своей формѣ, предполагаемому способу образованія и распредѣленію полезнаго матеріала мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ получаютъ различныя названія.

Слоистыя мѣсторожденія, залегающія среди осадочныхъ породъ, называются **пластами** (фиг. 63.a), если они тянутся безъ перерыва на большія разстоянія и **пластовыми залежами**, если они имѣютъ небольшое распространеніе въ плоскости напластованія и представляются въ поперечномъ разрѣзѣ въ видѣ линзъ (фиг. 63.b).

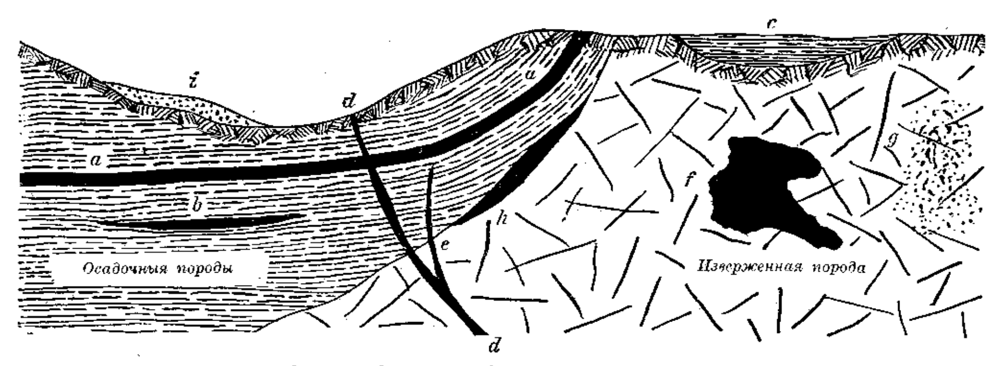
Примѣрами пластовъ, имѣющихъ значительное распространеніе въ плоскости напластованія, могутъ служить пласты каменныхъ и бурыхъ углей, пласты золотоносныхъ конгломератовъ Трансвааля, мѣдистаго сланца въ Маансфельдѣ, конгломератовъ близъ озера Верхняго въ Сѣверной Америкѣ съ включеніями самородной мѣди и т. п.

За настоящія пластовыя залежи линзообразной формы можно принять напр. скопленія сѣрнаго и мѣднаго колчедановъ, залегающія въ мѣстности Ріо-Тинто и Ѳарисъ въ Испаніи, простирающіяся вплоть до Португальской границы и далѣе въ Португалію. Здѣсь на протяженіи полосы въ 200 килом. длиною и 50 килом. шириною залегаетъ громадное число такихъ залежей, совокупность которыхъ называется свитою залежей, въ противуположность

отдѣльнымъ залежамъ, типичнымъ примѣромъ которыхъ можетъ служить рудная залежь въ Раммельсбергѣ близъ Гослара на Гарцѣ. Пласты и пластовыя залежи отличаются большимъ постоянствомъ мощности и большей правильностью въ распредѣленіи полезнаго ископаемаго, нежели жилы, которыя будутъ разобраны ниже. Въ видѣ залежей встрѣчаются кромѣ указанныхъ уже ископаемыхъ (каменной соли, мѣдныхъ рудъ и др.) еще желѣзныя, цинковыя, свинцовыя и золотыя руды. Основная масса тѣхъ залежей, которыя встрѣчаются среди гнейсовъ и кристаллическихъ сланцевъ, состоитъ обыкновенно изъ минераловъ, входящихъ въ составъ массивныхъ породъ — въ залежахъ же среди породъ осадочныхъ рудное вещество бываетъ, обыкновенно, разсѣяно въ кремнистой, известковистой или глинистой массѣ.

Какъ наиболѣе юныя, находящіяся еще въ періодѣ своего образованія, слоистыя мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ, могутъ быть указаны современныя торфяныя болота (фиг. 63.с).

Другой типъ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ представляютъ собою жилы — выполненія трещинъ, ранѣе образовавшихся въ земной корѣ, веществомъ, отличнымъ отъ окружающей породы.



63. **Формы мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ.**

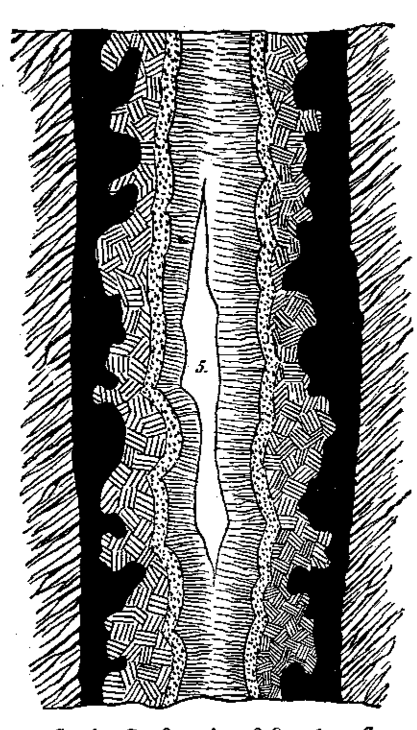
Трещины въ породахъ составляющихъ земную кору, могутъ, какъ это указано выше, происходить вслѣдствіе боковаго давленія, развивающагося въ нихъ при охлажденіи и сокращеніи внутренняго огненно-жидкаго ядра, вслѣдствіе землетрясеній и другихъ причинъ, имѣющихъ чисто мѣстный характеръ и т. п. Многія изъ такихъ трещинъ были выполнены огненно-жидкой массой, вслѣдствіе чего образовались такъ называемыя горнокаменныя жилы, къ числу которыхъ относятся жилы гранита, порфирита, базальта и другихъ изверженныхъ породъ. Нѣкоторыя трещины были выполнены пескомъ, гальками, шлакомъ и другимъ обломочнымъ матерьяломъ, попавшимъ въ нихъ или съ поверхности земли, или со стѣнокъ трещины, если трещина проходила по породамъ мягкимъ. Такія трещины часто вскрываются рудокопами при разработкѣ мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ и называются вообще пустыми, безрудными жилами, получая различныя мѣстныя названія, въ зависимости отъ своего состава. Наконецъ нѣкоторыя изъ трещинъ замкнулись тотчасъ же послѣ своего образованія, оставшись ничѣмъ на заполненными.

Но наибольшій интересъ для насъ представляютъ трещины, выполненныя рудами различныхъ металловъ или другими полезными минералами и называемыя, поэтому, рудными или минеральными жилами, содержимое которыхъ служитъ во многихъ мѣстахъ предметомъ добычи. Изслѣдованія подобныхъ жилъ показываютъ, что трещины ихъ оставались долгое время заполненными лишь въ небольшой своей части обломками породъ, упавшихъ въ нихъ съ поверхности, или со стѣнъ трещины. Далѣе по нимъ проходили теплые источ-

ники, содержащіе различныя минеральныя вещества. Вслѣдствіе пониженія температуры и давленія, и, частію, вслѣдствіе химическаго дѣйствія раствора на породу, на стѣнкахъ трещины осаждались въ видѣ кристалловъ различные минералы.

Относительно происхожденія минеральнаго вещества растворовъ существуютъ различныя мнѣнія, каждое изъ которыхъ, вѣроятно, примѣнимо въ опредѣленныхъ случаяхъ. Одно изъ этихъ воззрѣній предполагаетъ, что минеральныя вещества источниковъ происходятъ изъ недостижимыхъ для насъ глубинъ, другое же предполагаетъ, что вещество это заимствовано изъ окружающихъ породъ водами, циркулирующими по мельчайшимъ трещинамъ послѣднихъ.

Доказательствомъ такого воднаго происхожденія минеральныхъ жилъ служитъ фактъ нахожденія теплыхъ источниковъ близъ минеральныхъ жилъ, часто наблюдаемое образованіе новыхъ минераловъ и, наконецъ, строеніе жилъ. Минеральное вещество этихъ послѣднихъ располагается часто слоями, параллельными стѣнкамъ трещины (называемымъ зальбандами), причемъ отдѣльные кристаллы являются обыкновенно приросшими къ породѣ и обращены своими кристаллическими плоскостями внутрь жилы, — что несомнѣнно указываетъ на образованіе ихъ путемъ кристаллизаціи изъ раствора, протекавшаго по трещинѣ.



64. Параллельное строеніе жилы.

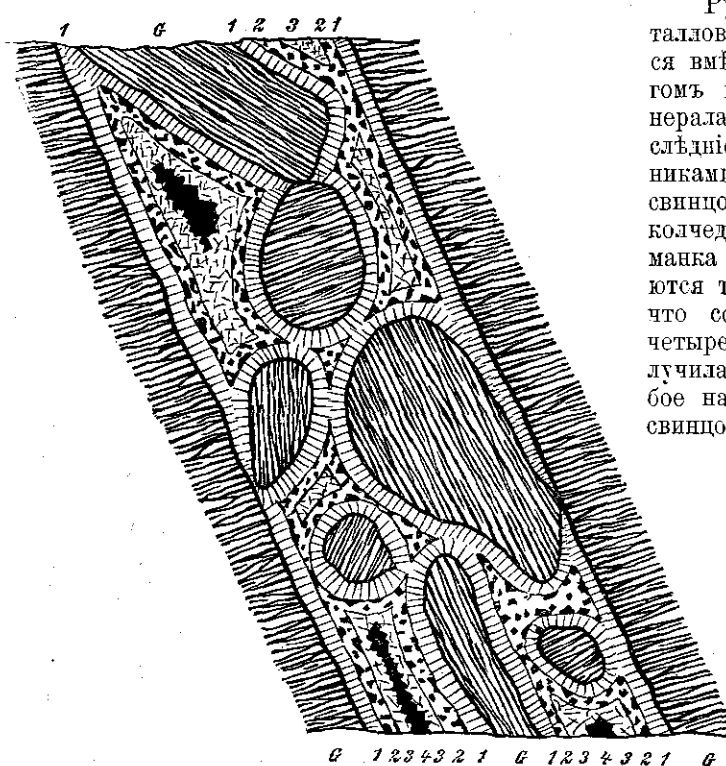
На фиг. 64 представлена жила, имѣющая такое, какъ говорятъ, параллельное строеніе. Здѣсь на породѣ G, составлявшей стѣнки трещины, лежитъ слой цинковой обманки (1) далѣе слѣдуетъ бурый шпатъ (2). затѣмъ сѣрный колчеданъ (3) и кварцъ (4); въ серединѣ жилы осталось невыполненное пространство, стѣнки котораго образованы игольчатыми кристаллами кварца. Такія пустоты въ породахъ называются жеодами, если они ничѣмъ не выполнены и друзами, если на стѣнкахъ ихъ осѣли кристаллы какого либо минерала. На фиг. 65 изображенъ примѣръ другого строенія часто наблюдаемаго въ жилахъ верхняго Гарца. Здѣсь въ трещину жилы попали куски породы и отложенія минераловъ происходило какъ по стѣнкамъ трещины, такъ и вокругъ этихъ кусковъ. Такимъ образомъ отлагались послѣдовательно концентрическіе слои кварца (1), желѣзнаго шпата съ небольшими включеніями рудъ (2), чистаго желѣзнаго шпата (3) и, наконецъ, свинцовыхъ рудъ (4). Такое скопленіе рудъ концентрическими слоями вокругъ ядеръ пустой породы называется кольцевою или кокардовою рудою, по сходству своихъ очертаній съ кольцами кокарды.

Основную массу жилы, такъ называемую жильную породу, составляютъ обыкновенно не сами руды, а другіе минералы среди которыхъ рудное вещество играетъ подчиненную роль.

Минералами составляющими жильную породу чаще всего служатъ: кварцъ, принимающій какъ мы видѣли выше, большое участіе въ образованіи различныхъ горныхъ породъ, углекислый кальцій, являющійся въ видѣ известковаго шпата и аррагонита — минераловъ одинаковаго химическаго состава и

отличающихся другъ отъ друга по кристаллографической формѣ, углекислый марганецъ — марганцевый шпатъ, имѣющій красивую розовую окраску, желѣзный шпатъ — углекислая закись желѣза и бурый шпатъ, представляющій по составу смѣсь двухъ послѣднихъ минераловъ въ разной пропорціи.

Къ нимъ слѣдуетъ еще прибавить тяжелый шпатъ — по составу сѣрнокислый барій, группа кристалловъ котораго представлена на фиг. 66 и плавиковый шпатъ — фтористый кальцій, кристаллизующійся въ видѣ кубовъ окрашенный во всевозможные цвѣта.



65. Кокардовая жила.

Руды нѣкоторыхъ металловъ часто встрѣчаются вмѣстѣ другъ съ другомъ и съ другими минералами, причемъ эти послѣдніе называются спутниками рудъ. Такъ напр. свинцовый блескъ, сѣрный колчеданъ, цинковая обманка и кварцъ встрѣчаются такъ часто вмѣстѣ, что совокупность этихъ четырехъ минераловъ получила въ Германіи особое названіе кремнистой свинцовой формаціи (kiesige Bleiformation).

Самородное золото часто сопровождается кварцемъ и сѣрнымъ колчеданомъ, оловянныя руды сопровождаются вольфрамомъ, молибденовымъ блескомъ, мышьяковымъ колчеданомъ, кварцемъ, плавиковымъ шпатомъ. Къ числу спутниковъ различныхъ рудъ принадлежать такъ же слюда, топазъ и апатитъ, представляющій по составу фосфорнокислый кальцій.

Многія жилы представляютъ собою одну жилу, простирающуюся, иногда, на нѣсколько верстъ имѣющую мощность до 40 и болѣе метровъ и изслѣдованную на 1000 и болѣе метровъ по паденію, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто во Фрейбергѣ. Другія жилы, къ числу которыхъ относятся, напримѣръ, разрабатываемыя съ давнихъ поръ рудныя жилы на Гарцѣ, состоятъ изъ цѣлой свиты болѣе или менѣе параллельныхъ другъ другу мелкихъ и тонкихъ жилъ, называемыхъ прожилками (фиг. 67).

Нерѣдко замѣчается, что одна жила развѣтвляется на нѣсколько прожилковъ, какъ это представлено на черт. 63.d. Наконецъ нерѣдко жила, имѣвшая первоначально значительную мощность, утончается до тонкой прожилки и совсѣмъ исчезаетъ, или, какъ говорятъ, выклинивается.

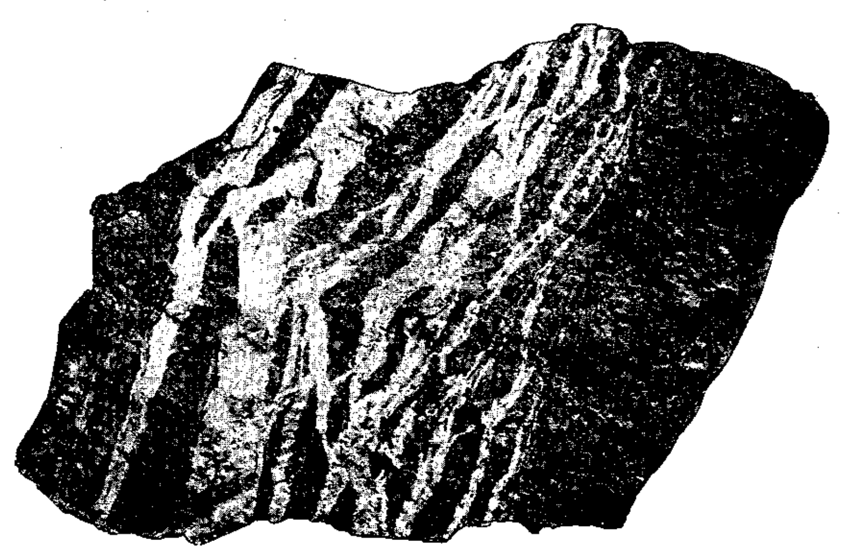
Распредѣленіе руднаго вещества въ жильной массѣ также является

обыкновенно крайне неравномѣрнымъ и на ряду съ такъ называемыми пустыми частями жилы, гдѣ рудное вещество совершенно отсутствуетъ, мы встрѣчаемъ богатыя скопленія рудъ въ другихъ частяхъ той же жилы. Къ сожалѣнію до сихъ поръ не удалось еще установить какого либо общаго правила относительно распредѣленія рудъ въ жильной массѣ и въ этомъ отношеніи удалось подмѣтить только существованіе, по крайней мѣрѣ, для нѣкоторыхъ жилъ, опредѣленной зависимости распредѣленія руднаго вещества отъ состава окружающихъ жилу породъ.



66. **Кристаллы тяжелаго шпата.** ($^1/_3$ наст. велич.)

Такъ, въ одной части рудника Himmelsfürst близъ Фрейберга можно замѣтить, что рудныя жилы становятся болѣе богатыми рудою въ лежачемъ боку пластовъ слюдянаго сланца, залегающихъ тамъ среди гнейсовъ. На черт. 68 представляющемъ разрѣзъ части разработокъ этого рудника буквами GG обозначены указанные пласты сланца, болѣе темной штрафурой — обозначены наиболѣе богатыя части разработокъ, свѣтлой штрафурой — вынутые цѣлики жилы, толстыми линіями — штреки по простиранію жилы и двойными



67. **Жила, разбившаяся на прожилки.**

линіями — шахты. Линіи AB — представляютъ линіи пересѣченія жилъ между собою. Другой примѣръ распредѣленія рудъ въ жилѣ изображенъ на фиг. 69, представляющей собою поперечный разрѣзъ главной жилы рудника Bergmannstrost въ Кляусталѣ на Гарцѣ. Прожилки руднаго вещества, въ общемъ параллельныя, главной трещинѣ, показаны здѣсь темными линіями, вынутыя части жильной массы — штрафурой.

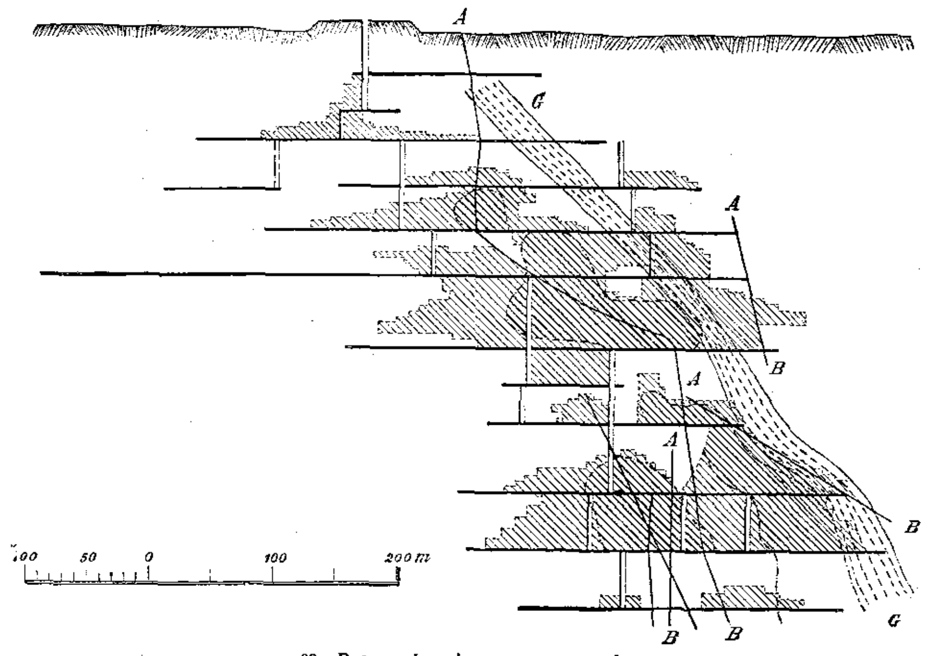
Часто замѣчаются большія скопленія рудъ въ мѣстѣ перекрещиванья

жилъ между собою. Такъ во Фрейбергѣ часто замѣчаютъ скопленіе въ этихъ мѣстахъ богатыхъ серебряныхъ рудъ, даже въ тѣхъ случаяхъ когда обѣ перекрещивающіяся жилы этихъ рудъ не содержатъ. Въ такихъ случаяхъ говорятъ, что жилы облагородились въ мѣстѣ перекрещиванья.

Обыкновенно имѣются не одна, а нѣсколько жилъ. Если жилы эти тянутся параллельно другъ другу, то совокупность ихъ называется свитою жилъ.

Если же онѣ многократно пересѣкаются между собою, то мы имѣемъ дѣло съ *сѣтью жилъ, какъ это имѣетъ мѣсто напримѣръ во Фрейбергѣ.*

Часто наблюдается измѣненіе состава рудъ данной жилы съ глубиною, причемъ это измѣненіе заключается или въ томъ, что руды сѣрнистыя близъ поверхности земли переходятъ въ окисленныя (охристыя) или же замѣною рудъ одного металла рудами другого.



68. **Распредѣленіе руды въ жилѣ.**

Примѣромъ замѣны рудъ одного металла рудами другого могутъ служить нѣкоторыя мѣсторожденія свинцовыхъ рудъ, гдѣ по мѣрѣ углубленія разработокъ замѣчается возрастаніе содержанія цинковой обманки, а равно мѣсторожденія оловянныхъ рудъ въ Корнвалисѣ, гдѣ эти руды вытѣсняются, по мѣрѣ углубленія работъ, рудами мѣдными.

Вообще слѣдуетъ замѣтить, что относительно распредѣленія рудъ въ жилахъ какъ въ горизонтальномъ, такъ и въ вертикальномъ направленіи нельзя сказать ничего опредѣленнаго, почему и слѣдуетъ признать неправильнымъ — существующее съ давнихъ временъ среди рудокоповъ мнѣніе, что съ глубиною жилы становятся богаче. Наоборотъ, скорѣе слѣдуетъ признать болѣе выгодными для разработки верхнія части жилъ отъ ихъ выхода до горизонта почвенныхъ водъ, такъ какъ во-первыхъ, самая добыча рудъ въ этихъ частяхъ обходится дешевле и, во-вторыхъ, руды эти, подъ вліяніемъ химической дѣятельности воды и атмосферы даютъ соединенія, изъ которыхъ легче извлекается содержащійся въ нихъ металлъ. Такъ соединенія золота съ сѣрою и теллуромъ, разлагаясь близъ выхода жилы, даютъ самородное золото, сѣрнистыя и имъ подобныя руды серебра переходятъ въ хлористыя и другія

соединенія этого металла, изъ которыхъ *серебро легко извлекается*; сѣрнистыя (колчеданистыя) руды мѣди и свинца переходятъ въ кислородныя соединенія, обработка которыхъ съ цѣлью извлеченія металловъ производится проще и обходится дешевле обработки колчеданистыхъ рудъ.

Вслѣдствіе окисленія часто содержащихся въ жилѣ желѣзныхъ рудъ въ верхнихъ вывѣтрившихся частяхъ жилъ, которыя въ странахъ гористыхъ простираются довольно глубоко отъ выхода послѣднихъ на вершинахъ горъ, части эти бываютъ окрашены въ буровато-желтый цвѣтъ выдѣленіями желѣзной охры, почему онѣ и получили особое названіе желѣзной шляпы.

У нѣмецкихъ рудокоповъ сложилась поговорка, что для жилы нѣтъ ничего лучше, какъ имѣть хорошую желѣзную шляпу, поговорка, вполнѣ оправдываемая удобствомъ добычи рудъ въ этой части жилъ и простотою извлеченія металловъ изъ этихъ рудъ.

Пласты и жилы относятся къ мѣсторожденіямъ правильной формы и отличаются малою мощностью сравнительно съ большимъ простираніемъ въ горизонтальномъ направленіи и въ глубину. Кромѣ этихъ мѣсторожденій существуютъ еще мѣсторожденія неправильной формы, имѣющія примѣрно одинаковые размѣры по всѣмъ направленіямъ и, обыкновенно, неправильное очертаніе. Если порода такихъ мѣсторожденій рѣзко отличается отъ окружающихъ породъ, то онѣ *въ зависимости отъ своихъ размѣровъ* получаютъ названіе штоковъ, штокообразныхъ залежей, гнѣздъ и т. п. (f фиг. 63). Если же границы этихъ мѣсторожденій рѣзко не обозначены, и самыя мѣсторожденія состоятъ изъ той же породы что и окружающая, и содержатъ лишь значительныя включенія различныхъ рудъ, въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ зеренъ прожилокъ и т. п., то такія мѣсторожденія получаютъ названіе импрегинированныхъ мѣсторожденій, штокверковъ, буценверковъ и т. п. (см. g. фиг. 63).

Примѣромъ штоковъ могутъ служить *алмазоносные штоки* Южной Африки, состоящіе изъ вулканическихъ туфовъ въ которыхъ попадаются кристаллы алмаза, штоки свинцовыхъ и цинковыхъ рудъ (см. фиг. 70) въ Альпійскихъ горахъ, образовавшіеся вслѣдствіе выполненія этими рудами пещеръ и пустотъ неправильной формы въ известнякахъ и доломитахъ, гдѣ такія пустоты наблюдаются довольно часто, вслѣдствіе легкой растворимости этихъ породъ въ водѣ, содержащей углекислоту.

69. Разрѣзъ главной жилы рудника Бергманстростъ въ Кляусталѣ.

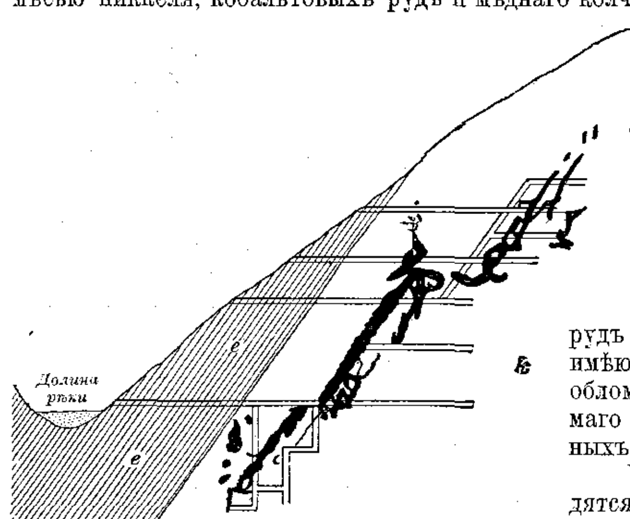
Многіе штоки галмея (углекислаго и кремнекислаго цинка) образовались вслѣдствіе разложенія известняковъ водами содержащими различныя соеди-

ненія цинка и протекавшими по многочисленнымъ трещинамъ въ этихъ породахъ.

Превращеніе известняка въ галмей совершалось при этомъ постепенно, на что указываютъ находимые въ этихъ мѣсторожденіяхъ образцы породъ, представляющихъ разныя стадіи перехода углекислой извести въ галмей.

Наконецъ часто мы встрѣчаемъ породы осадочнаго происхожденія отлагавшіяся первоначально въ видѣ пластовъ и получившія впослѣдствіи неправильную штокообразную форму вслѣдствіе бокового давленія, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто для штокообразныхъ мѣсторожденій каменной соли, залегающихъ среди известняковъ сѣверныхъ Альпъ.

Примѣровъ *импрегинированныхъ мѣсторожденій могутъ служить* пласты гнейса и слюдяныхъ сланцевъ въ Скандинавіи содержащія, въ видѣ включеній различной формы, значительное количество сѣрнаго колчедана съ примѣсью никкеля, кобальтовыхъ рудъ и мѣднаго колчедана. Мѣсторожденія эти, достигающія мѣстами мощности 100 и болѣе метровъ называются фальбандами.



70. **Разрѣзъ рудныхъ штоковъ Райбель въ Каринтіи.**

Кромѣ описанныхъ коренныхъ мѣсторожденій, большое значеніе, особенно для добычи золота, оловянныхъ рудъ и дрогоцѣнныхъ камней, имѣютъ розсыпи, состоящія изъ обломочнаго матеріала, получаемаго при вывѣтриваньи коренныхъ породъ.

Частью эти розсыпи находятся на мѣстѣ своего первоначальнаго образованія близъ выхода тѣхъ коренныхъ мѣсторожденій, отъ разрушенія которыхъ онѣ произошли, частію же разрушенный матеріалъ переносился водою дальше и отлагался въ удобныхъ мѣстахъ по склонамъ долинъ, на днѣ рѣкъ, образуя такъ называемыя наносныя розсыпи. При такомъ переносѣ очевидно частицы болѣе мягкія измельчались больше частицъ, твердыхъ, легкій матеріалъ уносился дальше тяжелаго, почему розсыпи, особенно тѣ изъ нихъ, которыя остались на мѣстѣ своего первоначальнаго образованія, являются часто болѣе богатыми золотомъ, платиною и другими полезными ископаемыми, нежели тѣ коренныя мѣсторожденія, отъ разрушенія которыхъ онѣ произошли.

Въ розсыпяхъ встрѣчаются кромѣ упомянутыхъ уже самородныхъ металловъ золота и платины, различныя оловянныя руды, алмазъ, коррундъ, шпинель-топазъ и др. драгоцѣнные камни.

Кромѣ указаннаго большаго богатства розсыпей, по сравненію съ коренными мѣсторожденіями, онѣ представляются и болѣе удобными для разработки и добычи изъ нихъ полезныхъ ископаемыхъ, такъ какъ одна изъ необходимыхъ для той цѣли работъ — измельченіе добытаго матеріала, въ данномъ случаѣ выполнена за человѣка природой. Разработка розсыпей имѣла поэтому раньше и будетъ еще имѣть и въ будущемъ большое значеніе въ дѣлѣ добычи тѣхъ ископаемыхъ, которые въ нихъ встрѣчаются.

Вопросъ о благонадежности мѣсторожденій.

Однимъ изъ первыхъ вопросовъ которые являются при открытіи какого-либо новаго мѣсторожденія является вопросъ о его благонадежности, другими словами вопросъ о томъ заслуживаетъ ли оно разработки, окупитъ ли цѣнность добытаго продукта расходы ею вызываемыя.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, особенно, когда мѣсторожденіе хорошо изучено данный вопросъ можетъ быть, безъ всякихъ колебаній, рѣшенъ въ положительномъ смыслѣ. Такъ напримѣръ, пластъ каменнаго угля мощностью въ два метра и изслѣдованный на значительное протяженіе по простиранію и паденію долженъ быть, безусловно, признанъ заслуживающимъ разработки равно какъ безусловно заслуживаетъ ея золотоносная розсыпь значительныхъ размѣровъ съ содержаніемъ золота въ нѣсколько граммовъ въ одной тоннѣ песку.

Если же мѣсторожденіе имѣетъ крайне небольшую мощность, или содержаніе полезнаго ископаемаго въ немъ представляется ничтожнымъ, то при рѣшеніи вопроса о благонадежности даннаго мѣсторожденія необходимо тщательно взвѣсить всѣ обстоятельства, необходимо, вообще, отнестись къ нему съ большой осторожностью, тѣмъ болѣе, что именно исторія горнаго дѣла за послѣднія десятилѣтія показала, что цѣнность продуктовъ горнаго промысла подвергается громаднымъ колебаніямъ и что этому промыслу приходится переживать кризисы, періодически повторяющіеся и въ другихъ отрасляхъ промышленности.

За общее правило можно принять, что мѣсторожденія содержащія большой и равномѣрно распредѣленный запасъ хотя бы и менѣе цѣннаго продукта, являются болѣе благонадежными, чѣмъ мѣсторожденія, содержащія руды, хотя бы и благородныхъ металловъ, но въ небольшомъ количествѣ.

Это правило особенно примѣнимо къ разработкѣ жильныхъ мѣсторожденій золота и серебра, отличающихся, часто, крайне неравномѣрнымъ распредѣленіемъ полезныхъ ископаемыхъ въ нихъ и оказавшихся во многихъ случаяхъ невыгодными для разработки.

Въ заключеніе приведемъ нѣсколько примѣровъ такихъ рудниковъ, разработка которыхъ дала благопріятные результаты, несмотря на бѣдность полезнаго ископаемаго въ мѣсторожденіяхъ, малую мощность послѣднихъ и другія неблагопріятные для ихъ разработки условія.

Близъ Дейстера въ Ганноверѣ разрабатывался долгое время нѣсколькими рудниками единственный имѣющійся тамъ годный для разработки пластъ угля около 30 сантиметровъ средней мощности. При существовавшихъ въ то время высокихъ цѣнахъ на каменный уголь, недостаткѣ въ немъ, для потребностей быстро развивавшейся въ краѣ промышленности, разработка этого пласта, несмотря на незначительную его мощность, оказалась не только возможною, но и выгодною.

Извѣстное мѣсторожденіе мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ состоитъ изъ одного пласта сланца мощностью до 12 см. съ содержаніемъ мѣди до 3% и серебра 0,10—0,015%.

Несмотря на столь небольшое содержаніе полезнаго ископаемаго, на незначительную мощность пласта, разработка даннаго мѣсторожденія оказывается весьма выгодною, главнѣйше, благодаря крайне равномѣрному распредѣленію въ немъ полезнаго ископаемаго.

Сюда можно отнести также мѣсторожденія оловянныхъ рудъ въ рудныхъ горахъ съ содержаніемъ около 0,3% олова въ единицѣ добытой породы, разработка которыхъ велась съ выгодою въ продолженіе 400 лѣтъ и прекратилась лишь въ послѣднее время, вслѣдствіе паденія цѣнъ олова на міровомъ рынкѣ, обусловленномъ открытіемъ новыхъ и богатыхъ мѣсторожденій этого металла въ Остъ-Индіи.

Жизнь и нравы горнорабочихъ.

Замѣчательное, по громадному развитію техники, девятнадцатое столѣтіе не только преобразовало различныя отрасли человѣческой дѣятельности, но и дѣйствовало до извѣстной степени нивеллирующе, уничтоживъ особенности различныхъ отраслей промышленности. Представители этихъ послѣднихъ тѣснѣе сблизились между собою; отдаленнѣйшія страны вошли въ общій круговоротъ міровой жизни и среди этого круговорота горный промыселъ утратилъ свои вѣковыя особенности. Рабочіе, занятые имъ бросили привычки, унаслѣдованные отъ многихъ поколѣній своихъ предковъ, занимавшихся тѣмъ же дѣломъ и приблизились къ общему типу рабочихъ, занятыхъ крупной промышленностью, что особенно замѣтно на каменноугольныхъ рудникахъ, основавшихся въ такихъ районахъ, гдѣ горнаго дѣла до сихъ поръ не было и гдѣ, слѣдовательно, имѣли дѣло съ рабочимъ населеніемъ, не воспитанномъ въ преданіяхъ стариннаго горнаго промысла. Только рабочее населеніе районовъ, въ которыхъ горный промыселъ существуетъ уже съ давнихъ временъ сохранило, несмотря на все вышесказанное еще нѣкоторые свои особенности и мы не удивимся такому консерватизму если вспомнимъ, что во многихъ мѣстностяхъ горный промыселъ насчитываетъ свыше 500 лѣтъ своего существованія, что промыселъ этотъ былъ долгое время единственной отраслью крупной промышленности, широко пользовавшейся различными механическими приспособленіями для своихъ цѣлей и что именно въ этой отрасли промышленности уже давно получили начало животрепещущіе въ настоящее время во всѣхъ отрасляхъ крупной капиталистической промышленности соціальные вопросы о взаимныхъ отношеніяхъ труда и капитала.

Уже за нѣсколько столѣтій до нашего времени въ исторіи горнаго дѣла мы встрѣчаемся со стачками и борьбой за заработную плату и продолжительность рабочаго дня. Уже давно мы имѣемъ здѣсь дѣло съ организаціей предпринимателей, для производства за общій рискъ и счетъ работъ, необходимыхъ для потребностей цѣлаго горнаго округа, или для заготовки въ большомъ количествѣ нужныхъ для нихъ матеріаловъ. Наконецъ среди рабочихъ, занятыхъ горнымъ промысломъ уже сотни лѣтъ существуютъ, при участіи предпринимателей, кассы для выдачи пособій рабочимъ во время болѣзней и пенсіи въ старости, основаніе которыхъ для рабочихъ всѣхъ отраслей промышленности составляетъ одну изъ основныхъ задачъ современнаго рабочаго законодательства.

Въ средніе вѣка горный промыселъ и торговля съ отдаленными странами были главными средтвами для быстраго обогащенія и промысломъ этимъ охотно занимались владѣтельные князья и крупные негоціанты.

Нѣтъ ничего удивительнаго, что при такихъ обстоятельствахъ высоко цѣнились рабочіе, знающіе горное дѣло и различные служащіе, могущіе наблюдать за производствомъ работъ. Это въ свою очередь вызвало у людей, занимавшихся горнымъ промысломъ, извѣстный кастовый духъ, развитію котораго содѣйствовало то обстоятельство, что занятіе горнымъ дѣломъ, было до извѣстной степени наслѣдственнымъ и что необходимыя для того познанія получались, по крайней мѣрѣ, до основанія первыхъ горныхъ школъ, во второй половинѣ прошлаго столѣтія, исключительно, по наслѣдству.

Работа въ рудникѣ и на заводахъ, правда, не легка но по сравненію съ другими отраслями промышленности, она обладаетъ тѣмъ преимуществомъ, что даетъ постоянный обезпеченный заработокъ, размѣры котораго не зависятъ ни отъ времени года, ни отъ метеорологическихъ явленій.

Своеобразность работы въ рудникѣ требуетъ большихъ знаній, большой

осторожности, дабы избѣжать опасности, большой рѣшительности и хладнокровія, при наступленіи послѣдней.

Знанія необходимы чтобы правильно разсчитать свои работы на нѣсколько лѣтъ, а, иногда, десятилѣтій впередъ; сознаніе, что только упорной настойчивой работой можно добиться прочныхъ результатовъ, поддерживаетъ рудокопа въ его въ трудной и, на взглядъ диллетанта, подчасъ, малоуспѣшной работѣ, а постоянная зависимость его отъ мощныхъ силъ природы, передъ которыми безсильно человѣческое „могу“ воспитываетъ въ немъ извѣстное смиреніе духа.

Легко отдается внѣшнимъ впечатлѣніямъ человѣкъ, жизнь котораго проходитъ въ кипучей многообразной дѣятельности; однообразная же работа рудокопа способствуетъ воспитанію серьезныхъ, тихихъ и твердыхъ характеромъ людей, больше придерживающихся своихъ привычекъ и не слишкомъ склонныхъ къ нововведеніямъ.

Постоянная близость между собою рабочихъ одного и того же рудника, *сознаніе общей опасности, которой они подвергаются,* воспитываетъ у горнорабочихъ большое чувство солидарности, заставляющее всѣхъ ихъ жертвовать собственными удобствами, иногда и жизнью въ тѣхъ случаяхъ, когда одному изъ товарищей или руднику грозитъ какая либо опасность.

Сознаніе готовности товарищей пожертвовать своею жизнью для спасенія лицъ, застигнутыхъ несчастіемъ, представляетъ часто единственное утѣшеніе для этихъ послѣднихъ среди той громадной опасности, которая имъ угрожаетъ.

Здѣсь будетъ умѣстно вспомнить о послѣднихъ большихъ несчастіяхъ, имѣвшихъ мѣсто въ рудникахъ.

18-го Іюля 1898 года погибло 25 челов. горнорабочихъ во время спуска въ С.-Готардской шахтѣ въ Верхней Силезіи. При спускѣ оборвался канатъ и клѣть полетѣла въ шахту, несмотря на то, что она была снабжена парашютомъ, исправное дѣйствіе котораго было засвидѣтельствовано за нѣсколько дней передъ тѣмъ.

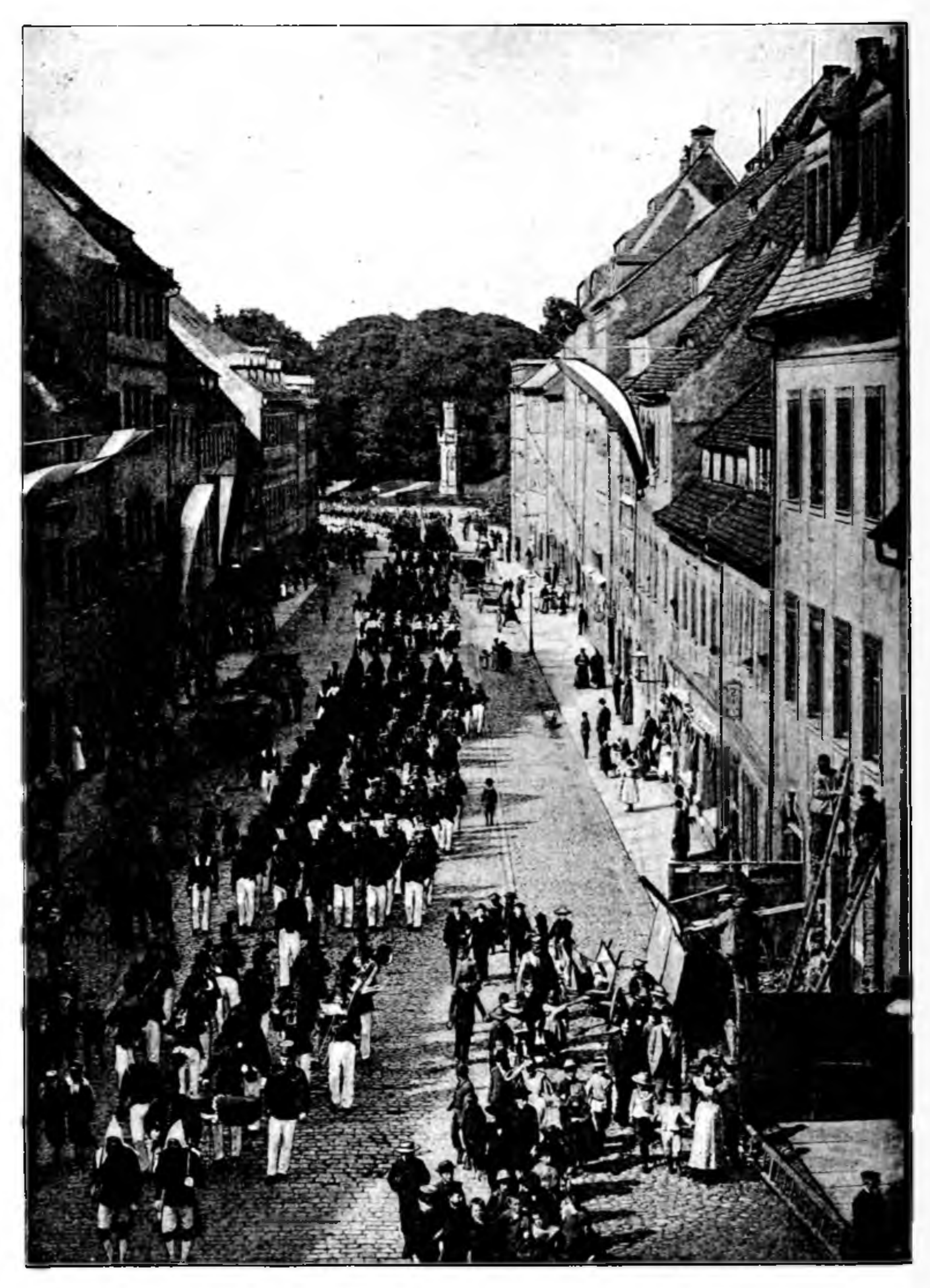
22-го Мая того же года 43 человѣка рабочихъ были задушены газами, образовавшимися вслѣдствіе пожара на рудникѣ Zollern близъ Дортмунда. 17-го Февраля произошелъ одинъ изъ самыхъ большихъ взрывовъ гремучаго газа и каменноугольной пыли на рудникѣ Vereinigte Karolinen Glück близъ Гамма въ Вестфаліи, стоившій жизни 120 рабочимъ.

Наконецъ упомянемъ еще о случившемся 31 Мая 1892 года пожарѣ въ шахтѣ Марія близъ Пршибрама въ Богеміи, во время котораго погибло 319 рабочихъ и который, по количеству унесенныхъ имъ жертвъ, является однимъ изъ самыхъ большихъ несчастій, когда либо бывшихъ въ рудничной практикѣ.

При мысли объ этихъ несчастіяхъ невольно возникаетъ вопросъ о томъ, существуютъ ли, вообще говоря, средства, способныя ихъ предупредить и, если существуютъ, то почему они не были примѣнены въ данномъ случаѣ.

На этотъ вопросъ можно съ полнымъ правомъ отвѣтить, что за послѣднее время, какъ со стороны отдѣльныхъ рудниковъ, такъ и со стороны правительственнаго надзора сдѣлано очень много въ смыслѣ развитія всевозможныхъ предосторожностей для предупрежденія несчастій и что имѣющіяся, въ настоящее время, въ нашемъ распоряженіи средства оказываются обыкновенно вполнѣ достаточными для борьбы съ ними.

Къ сожалѣнію, несмотря на всѣ предосторожности, оказывается возможнымъ совокупное дѣйствіе нѣсколькихъ причинъ, появленіе которыхъ почти невозможно предвидѣть, но дѣйствіе которыхъ можетъ произвести несчастіе. Иногда причиной несчастія бываетъ неосторожность самихъ рабочихъ. Такъ непосредственной причиной указаннаго ранѣе пожара въ шахтѣ Марія былъ тлѣвшій кусокъ свѣтильни, брошенной однимъ изъ рабочихъ на сухую крѣпь шахты.



71. Горный праздникъ въ Фрейбергѣ.

Нѣмецкій горнорабочій, особенно въ рудныхъ районахъ, гдѣ горное дѣло существуетъ уже давно, отличается отъ другихъ рабочихъ особымъ костюмомъ, состоящимъ изъ куртки съ кожанымъ фартукомъ сзади и шляпы. На фиг. 72 и 73 представлены штейгеръ, забойщикъ и кузнецъ въ парадной формѣ Фрейбергскаго горнаго округа. Шляпа штейгера украшена султаномъ изъ перьевъ, сбоку у него сабля, а въ правой рукѣ штейгерскій крюкъ на костяной или деревянной рукояткѣ. Въ правой рукѣ забойщика — старинный горный топоръ съ широкой лопастью. Такія принадлежности парадной формы встрѣчаются нынѣ довольно рѣдко и старинныя богато украшенныя подѣлки этого рода относятся ко времени начала 17-го столѣтія. На лезвіи топоровъ имѣется обыкновенно изображеніе Спасителя на крестѣ и стоящихъ вокругъ него въ молитвенныхъ позахъ горнорабочихъ.


72. Оберъ-штейгеръ Фрейбергскаго округа.

Изображенный на фиг. 74 топоръ, изготовленный въ 1720-мъ году, имѣетъ слѣдующую надпись вокругъ креста:

„Христосъ да послужитъ мнѣ свѣточемъ въ рудничной тьмѣ,
Съ нимъ я счастливо вернусь изъ рудника.“

Приводимъ еще два образчика хорошо сохранившихся надписей на издѣліяхъ этого рода. Одна изъ нихъ гласитъ:

„Здѣсь можно найти въ изобиліи богатую руду,
Здѣсь видѣнъ только блескъ обманки, кварца и колчедана,“

на другой:

„Рабочій, послушный слову штейгера,
Добудетъ много руды на этомъ мѣстѣ.“

Рудничныя лампы тоже носятъ на себѣ подписи. Такъ на одной изъ старинныхъ лампъ была найдена слѣдующая надпись:

„Съ миромъ спускаемся мы въ рудникъ,
Господь ведетъ насъ въ свое царство,
Онъ хранитъ насъ въ рудникѣ,
Нашихъ же женъ и дѣтей дома.“

Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что свойственныя горному дѣлу опасности вызвали въ католическихъ странахъ почитаніе особыхъ святыхъ, считавшихся защитниками горнорабочихъ.

Въ большинствѣ мѣстностей покровительницей горнаго дѣла считается св. Варвара, въ Богеміи св. Прокопъ. Въ алтарѣ церкви въ Dudweiler имѣется

хорошо исполненный недавно умершимъ художникомъ Гейденомъ образъ св. Варвары, протягивающей Св. Дары умирающему рудокопу. ф. Гейденъ былъ первоначально служащимъ на одномъ изъ рудниковъ и уже въ зрѣломъ возрастѣ сдѣлался художникомъ.

Дни горныхъ праздниковъ совпадаютъ, обыкновенно, съ днями почитаемыхъ святыхъ, большею частью съ днемъ св. Варвары, празднуемымъ 4 Декабря.

Во Фрейбергѣ горный праздникъ происходитъ 22 Іюля (въ день св. Маріи Магдалины) и въ этотъ день происходитъ большое шествіе, привлекаю-





73. **Забойщикъ и кузнецъ Фрейбергскаго округа.**



74. **Штейгерскій крюкъ и аллебарда.**

щее массу чужеземцевъ изъ сосѣдняго Дрездена. Шествіе это представлено на рисункѣ 71.

Романтическая обстановка горнаго промысла часто привлекала вниманіе художниковъ и писателей, произведенія которыхъ изображаютъ отдѣльные моменты жизни рудокоповъ, или стремятся охватить полностью эту жизнь. Къ числу наиболѣе старыхъ изъ такихъ произведеній принадлежатъ рисунки К. Хейхлера, бывшаго профессоромъ во Фрейбергской горной академіи, изданные подъ названіемъ: „Горнорабочіе въ ихъ семейной жизни и на работѣ“ („Die Bergknappen in ihrem Berufs- und Familienleben“).

Многіе изъ рисунковъ, приложенныхъ къ настоящей книгѣ, заимствованы изъ этого сочиненія.

Въ послѣднее время мы имѣемъ болѣе вѣрныя изображенія различныхъ моментовъ жизни рудокоповъ, полученныя помощью фотографіи.



75. Устье шахты стариннаго рудника.
Съ картины Павла Мейергейма.

Heinrich Börner издалъ подъ названіемъ: „Горнорабочій и его дѣятельность“ 20 картинъ изъ жизни горнорабочихъ Фрейбергскихъ рудниковъ и нѣсколько позже еще 30 картинъ изъ жизни горнорабочихъ каменноугольнаго рудника (Plauenschen Grund близъ Дрездена). Оба изданія снабжены объяснительнымъ текстомъ, составленнымъ M. Georgi.

Картинами этихъ изданій мы воспользуемся для иллюстраціи послѣдующихъ главъ настоящаго сочиненія.

Въ извѣстномъ романѣ Золя: „Углекопы“ описана съ большой подробностью жизнь горнорабочихъ на бельгійскихъ каменноугольныхъ рудникахъ.

К. Вернеръ описалъ жизнь горнорабочихъ Верхней Силезіи въ романѣ „Glückauf“, помѣщенномъ въ журналѣ: „Gartenlaube“ за 1874 г.

Наконецъ въ 20 томѣ журнала Daheim подъ названіемъ: „Горячіе дни“ помѣщены воспоминанія А. фонъ Гейдена о тяжелыхъ дняхъ его собственной дѣятельности во время тушенія большого рудничнаго пожара.

Въ живописи мы отмѣтимъ 7 картинъ художника Павла Мейергейма, написанныхъ имъ по заказу Коммерціи Совѣтника Борзига въ Берлинѣ и изображающихъ различныя стадіи выдѣлки желѣза. Копія одной изъ этихъ картинъ подъ названіемъ: „Рудникъ“ дана у насъ на фиг. 75 и изображаетъ собою одинъ изъ мелкихъ рудниковъ, имѣвшихся въ изобиліи прежде. Устье шахты желѣзнаго рудника, о которомъ въ данномъ случаѣ идетъ рѣчь, прикрыто навѣсомъ отъ непогоды.

Подъ навѣсомъ стоятъ рабочіе, готовые къ спуску. Одинъ изъ нихъ — болѣе пожилой — задумчиво раскуриваетъ трубку, другой прощается съ женой, принесшей ему обѣдъ. Третій — болѣе молодой, передъ спускомъ въ шахту обмѣнивается любезностями съ женщинами, занятыми у ворота для подъема руды.

Упомянутый выше А. фонъ Гейденъ посвятилъ свою кисть серьезнымъ моментамъ жизни рудокопа.

На фиг. 76 представлена копія его картины, хранящейся въ городскомъ музеѣ въ Бреславлѣ и изображающей несчастіе на каменноугольномъ рудникѣ. Кровля обрушилась съ трескомъ и грохотомъ, толстыя стойки погнулись и большой глыбой породы тяжело раненъ одинъ изъ забойщиковъ. Рудничный надсмотрщикъ занятъ приготовленіемъ ложа для раненаго на низкой телѣжкѣ, служащей обыкновенно для перевозки крѣпежнаго лѣса. Другіе рабочіе заняты установкой новой крѣпи и только молодой рабочій, на переднемъ планѣ, быть можетъ впервые увидѣвшій несчастіе, повидимому, объятъ ужасомъ.

Зала засѣданія Горнаго Управленія въ Галле на Заалѣ украшена пятью фресками работы художника Клейнъ-Шевалье изъ Дюссельдорфа, изображающими аллегорически важнѣйшія отрасли горнаго дѣла въ округѣ. На фрескахъ изображены: разработка одного изъ буроугольныхъ мѣсторожденій, добыча каменной соли, разработка металлическаго рудника, разработка каменоломенъ въ Рюдерсдорфѣ, и выплавка мѣди въ Маансфельдѣ. Фреска, изображающая добычу соли, представлена на начальной картинѣ настоящаго тома. Фреска же, изображающая выплавку мѣдныхъ рудъ въ Маансфельдѣ, представлена на начальной картинѣ отдѣла металлургіи.

Скульптура также дала намъ нѣсколько статуй и группъ изъ жизни рабочихъ на рудникахъ и горныхъ заводахъ. Маленькія статуэтки работы профессора Хейхлера въ Фрейбергѣ представлены въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ книги. Здѣсь же на фиг. 77 и 88 изображены двѣ статуи художника Реуша, представляющія въ половину натуральной величины фигуру рудокопа одного изъ желѣзныхъ рудниковъ въ Зигерландѣ, внимательно разсматривающаго добытый имъ кусокъ руды, и фигуру заводскаго рабочаго, захватившаго клещами крицу желѣза. Обѣ статуи были внушены художнику продолжительнымъ пребываніемъ на рудникахъ и заводахъ Зигерланда.

Наконецъ изъ мелкихъ произведеній искусства мы имѣемъ цѣлый рядъ медалей и монетъ, отчеканенныхъ въ память различныхъ событій въ исторіи горнаго дѣла, что представляется вполнѣ понятнымъ, такъ какъ добыча благородныхъ металловъ и чеканка монетъ были съ давнихъ временъ тѣсно связаны другъ съ другомъ и нерѣдко монетные дворы основывались близъ рудниковъ этихъ металловъ.

Изъ числа такихъ монетъ особенно замѣчательны монеты, отчеканенныя



77. **Горнорабочій.**
Съ бронзовой стат. проф. Реуша.



78. **Рабочій съ желѣзнаго завода.**
Статуэтка проф. Реуша.

изъ части металла, составляющей чистую прибыль отъ разработки рудниковъ, которыя и распредѣлялись между владѣльцами послѣднихъ.

Сюда относятся дукаты, отчеканенные изъ золота, полученнаго при промывкѣ золотоносныхъ розсыпей по берегамъ различныхъ рѣкъ. Такъ имѣются дукаты изъ рейнскаго золота Пфальцской и Баденской чеканки, баварскіе дукаты изъ розсыпей Дуная, Ина, Изара и нѣкоторые другіе. Извѣстны прусскіе таллеры, на одной сторонѣ которыхъ имѣется надпись: „Благословеніе маансфельдскихъ рудниковъ“. Саксонскіе таллеры съ надписью на кромкѣ: „Благословеніе горнаго дѣла“ чеканились непрерывно съ послѣдней трети прошлаго столѣтія до 1871 года.

Особенно цѣнятся по красотѣ чеканки монеты и медали, отчеканенныя въ память цвѣтущаго состоянія горнаго дѣла въ данномъ районѣ.

Одна изъ такихъ медалей, отчеканенная изъ серебра, добытаго на рудникѣ св. Анны близъ Фрейберга, изображена на фиг. 79 и 80. Данная медаль *помимо прекрасной* чеканки цѣнится еще за то, что на ней хорошо изображено современное ей положеніе техники горнаго дѣла. Мы заимствуемъ описаніе этой художественно выполненной медали изъ сочиненія австрійскаго оберберграта Эрнста, касающагося медалей, отчеканенныхъ въ память различныхъ событій изъ исторіи горнаго дѣла.

Подъ холмистой поверхностью земли, на которой направо видѣнъ конный воротъ и надземныя сооруженія, а влѣво шахта съ ручнымъ воротомъ, изображенъ разрѣзъ рудника. Направо видна рудоподъемная шахта, по которой поднимается съ помощью каната бадья, рядомъ съ нею водоотливная и путевая шахта, съ двойнымъ рядомъ насосныхъ трубъ и гидравлическимъ колесомъ для дѣйствія насосныхъ штангъ. Отъ шахты влѣво идетъ откаточный



79 и 80. **Медаль изъ серебра, добытаго на рудникѣ св. Анны.** (3/4 натуральн. велич.)

штрекъ, по которому откатчикъ катитъ тачку. Въ нижнемъ этажѣ шесть забойщиковъ заняты добычей породы при почвоуступной работѣ. На медали тщательно выгравированы всѣ детали деревяннаго крѣпленія. Вверху медали видна выходящая изъ облаковъ рука, держащая монету.

На другой сторонѣ медали изображена романтическая мѣстность, въ которой расположенъ рудникъ. Здѣсь виденъ нынѣ уже обвалившійся, а въ то время еще недоконченный мостъ, по которому проложенъ водопроводъ для доставки на рудникъ воды, необходимой для дѣйствія гидравлическихъ устройствъ. Внизу имѣется каменный мостъ, черезъ который идетъ дорога въ Лейпцигъ и еще ниже помѣщеніе для водяного колеса, отъ котораго идутъ штанги для приведенія въ дѣйствіе различныхъ рудничныхъ устройствъ.

На заднемъ планѣ видна деревня Конрадсдорфъ. Наверху надпись: Здѣсь можно съ удивленіемъ смотрѣть на то, что доступно человѣку при помощи Творца"; внизу въ вѣнкѣ между молоткомъ и киркою надпись: Св. Анна".

Изъ многочисленныхъ надписей на гуртѣ медали приводимъ одну, въ которой числа, соотвѣтствующія буквамъ, напечатаннымъ жирнымъ шрифтомъ, составляютъ въ суммѣ 1680 — годъ чеканки монеты. Подпись эта съ сохраненіемъ ея орѳографіи — слѣдующая: G**I**B Z**VB**V**S** ARBE**I**T; WART **D**ER ZE**I**T, ES FO**L**GT A**V**SBE**V**T, **D**IE **D**I**C**H ERFRE**V**T.

Въ занятіяхъ горнымъ промысломъ кроется еще и по настоящее время много своеобразной поэзіи и безусловно заслуживаетъ вниманія знакомство

съ современнымъ положеніемъ горнаго дѣла, его исторіею, разнообразіемъ продуктовъ, добываемыхъ изъ нѣдръ земли и способами ихъ обработки.

Изложенію этихъ отдѣловъ и посвящены послѣдующія главы настоящей книги и мы будемъ удовлетворены, если чтеніе ихъ настолько возбудитъ любознательность читателя, что онъ захочетъ на дѣлѣ увидѣть тайны подземной жизни и спустится для этого въ рудникъ. Когда по возвращеніи изъ шахты онъ снова увидитъ солнечный свѣтъ, ему будутъ понятны чувства, охватывающія рудокопа, возвращающагося послѣ работы въ рудникѣ на поверхность, прекрасно выраженныя въ переложенномъ Anacker'омъ на музыку стихотвореніи Dornig'а: „Привѣтъ рудокопа“ [1].

Будь счастливъ! Солнца свѣтъ привѣтъ
Прійми изъ устъ моихъ;
Къ лучамъ твоимъ въ томъ страсти нѣтъ,
Кто часто видитъ ихъ.
Я жъ въ шахтѣ мрачной и сырой
Земную рою грудь

И рѣдко въ жизни трудовой
Мнѣ свѣтитъ солнца лучъ!
Вотъ почему сердечный свой
Привѣтъ я шлю лучамъ,
Звучитъ душевно голосъ мой:
„Богъ въ помощь вамъ“.

Вспомогательныя средства, примѣняемыя при разработкѣ рудниковъ.

Прежде чѣмъ приступить къ описанію разработки рудниковъ на отдѣльныхъ примѣрахъ, мы разсмотримъ сначала тѣ вспомогательныя средства, которыми располагаетъ человѣчество въ настоящее время для этой цѣли. Сообразно съ громаднымъ развитіемъ техники за послѣднія 50 лѣтъ, усовершенствовались и получили большое разнообразіе различныя приспособленія, примѣняемыя въ практикѣ горнаго дѣла и въ настоящемъ отдѣлѣ мы постараемся изложить различныя устройства, примѣняемыя при развѣдкѣ рудниковъ, ихъ разработкѣ для добычи различныхъ минеральныхъ богатствъ и при дальнѣйшей обработкѣ добытыхъ продуктовъ съ цѣлью сдѣлать ихъ пригодными къ употребленію.

Поиски мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ.

Подъ именемъ поисковыхъ работъ подразумѣваются всѣ работы, направленныя къ отысканію мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ и первоначальному опредѣленію ихъ свойствъ и степени благонадежности для разработки. Для успѣшнаго производства такихъ работъ, кромѣ основательныхъ познаній въ геологіи и минералогіи, необходимы большой навыкъ и привычный глазъ, способный различать мельчайшія детали геологическаго строенія мѣстности.

При изслѣдованіи геологическаго строенія мѣстности обращаютъ особое вниманіе на естественныя обнаженія коренныхъ породъ, на обломочный матеріалъ, валуны и гальки, на песокъ въ долинахъ рѣкъ и на почву, какъ на продукты разрушенія окружающихъ коренныхъ породъ, въ которыхъ могутъ заключаться тѣ или другія мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ по различнымъ признакамъ можно разсчитывать встрѣтить выходъ мѣсторожденія подъ наносомъ, углубляютъ, какъ это показано на фиг. 81, шурфы, т. е. роютъ колодцеобразныя выработки, которыми стараются пройти слой насосовъ и достигнуть коренныхъ породъ.

Чтобы составить полное понятіе о геологическомъ строеніи данной мѣстности, необходимо, конечно, произвести болѣе или менѣе детальныя изслѣдованія ея. Для человѣка знающаго существуютъ однако нѣкоторые внѣшніе признаки, по которымъ онъ можетъ дать приблизительно вѣрную картину состава породъ, слагающихъ данную мѣстность. Условія залеганія породъ можно иногда опредѣлить, не производя детальнаго геологическаго

[1] Переводъ В. А. Лутугина.

изслѣдованія, а нѣкоторыя породы такъ рѣзко характеризуются по своимъ внѣшнимъ признакамъ, что можно, руководствуясь одними этими признаками, опредѣлить ихъ составъ. Такъ, напримѣръ, въ районѣ распространенія юрскихъ отложеній въ Южной Германіи можно повсемѣстно наблюдать профили въ родѣ изображеннаго на фиг. 84, верхняя обрывистая часть которыхъ образована болѣе твердыми породами верхней (бѣлой) юры, а пологая — мягкими глинистыми породами нижней (бурой) юры.

Фиг. 82 представляетъ удачную фотографію своеобразнаго ландшафта, образованнаго разрушенными скалами квадернаго песчаника, имѣющаго значительное распространеніе въ песчаниковыхъ горахъ верховьевъ Эльбы (въ такъ называемой Саксонской Швейцаріи).



81. **Углубка шурфа.** По рис. проф. Хейхлера.

На фиг. 83 представленъ состоящій изъ пологихъ куполовъ гнейсовый ландшафтъ рудныхъ горъ. Сюда можно присоединить указанныя выше столбообразныя выдѣленія базальтовъ и куполо- и конусообразныя горы, сложенныя изъ новѣйшихъ вулканическихъ породъ (фиг. 21).

Точныя геологическія изслѣдованія не всякому доступны и являются продуктомъ болѣе новаго времени. Нѣтъ поэтому ничего удивительнаго въ томъ, что во времена процвѣтанія алхиміи примѣнялись другія средства для отысканія залежей рудъ. Къ числу такихъ средствъ, пользовавшихся ранѣе большимъ распространеніемъ, относится такъ называемая волшебная лоза, состоявшая обыкновенно изъ вилообразной вѣтви орѣшника, которая отрѣзалась отъ куста съ особыми заклинаніями тремя надрѣзами: „во имя Отца и Сына и Святаго Духа“. Рудоискатель съ такой лозой въ рукахъ долженъ былъ, по повѣрью, итти по направленію къ востоку и остановиться въ томъ мѣстѣ, гдѣ конецъ лозы (фиг. 85) наклонится къ землѣ — въ этомъ мѣстѣ и слѣдовало, согласно съ повѣріемъ, искать выхода жилы подъ наносомъ.

Можно было бы думать, что въ настоящее время уже нѣтъ ни рудоискателей съ волшебной лозой, ни легковѣрныхъ людей, способныхъ довѣряться ихъ чудодѣйственной силѣ. Въ дѣйствительности указанное суевѣріе еще сохранило свою силу и мы встрѣчаемъ такихъ рудоискателей не только въ глухихъ

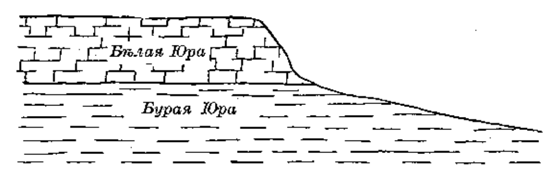


82. **Утесы на берегу ручья Адера близъ Браунау въ Богеміи.** (Какъ примѣръ явленій вывѣтриванія въ квадерномъ песчаникѣ.)



83. **Гнейсовыя горы близъ Пресенитца.** (Въ сѣверо-западномъ склонѣ горъ.)

мѣстечкахъ Германіи, но также и въ горныхъ районахъ новаго свѣта. Обманщики и легковѣрные люди, желающіе быть обманутыми, встрѣчаются такимъ образомъ повсемѣстно.



84. Профиль Юрскихъ отложеній.

Вернемся однако къ поисковымъ работамъ, научно обставленнымъ.

При такого рода работахъ приходится проводить рвы, небольшія шахтообразныя выработки и развѣдочныя штольни, чтобы обнажить выходъ мѣсторожденія подъ слоемъ наносовъ. Проведеніе развѣдочныхъ шахтъ, штолень и др. выработокъ сильно удорожается съ возрастаніемъ ихъ глубины и длины, почему онѣ примѣняются только для изслѣдованія линіи выхода мѣсторожденій на небольшомъ разстояніи отъ поверхности земли.



85. Рудоискатель съ волшебной лозой.

Только съ усовершенствованіемъ способовъ производства глубокаго буренія сдѣлалась возможною при сравнительно быстромъ проведеніи глубокихъ выработокъ развѣдка мѣсторожденій на большой глубинѣ. Начало глубокаго буренія въ Европѣ относится ко второй половинѣ прошлаго столѣтія и уже въ это время достигло значительныхъ успѣховъ при проведеніи скважинъ для добычи артезіанской воды во французской провинціи Артуа. Однако примѣняемыя при буреніи приспособленія оставались долгое время крайне несовершенными, происходили частыя поломки инструмента и буреніе подвигалось крайне медленно, такъ что еще въ 1860 году для проведенія скважины въ 500 метровъ глубиною требовалось нѣсколько лѣтъ. Лѣтъ 25 тому назадъ способы буренія были настолько усовершенствованы, что напримѣръ теперь помощью ручного бура, съ которымъ удобно справляется одинъ рабочій, можно пройти въ день до 10 метровъ въ мягкихъ и 3—4 метра въ твердыхъ породахъ. При глубокомъ буреніи можно, пользуясь большими инструментами и примѣняя машинную силу, пройти скважину въ 500 метровъ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Глубина, до которой могутъ быть доведены скважины, въ послѣднее время значительно возросла.

Такъ Шпернбергская скважина близъ Берлина, проведенная для изслѣдованія пласта каменной соли, законченная въ 1871 году, достигла глубины 1271,6 метра и считалась въ то время самою глубокою скважиною въ мірѣ. Въ 1886 году — въ Schladebach, къ востоку отъ Мерзебурга была закончена скважина въ 1748,4 метра глубиною и въ настоящее время самая глубокая скважина — находится въ Паруховитцахъ въ Верхней Силезіи и достигаетъ 2003 метр. глубины, имѣя здѣсь діаметръ въ 7 сантиметровъ.

Скважина проведена за счетъ Прусскаго правительства, подъ руководствомъ Кёбриха, для изслѣдованія состава каменноугольныхъ отложеній Верхней Силезіи.

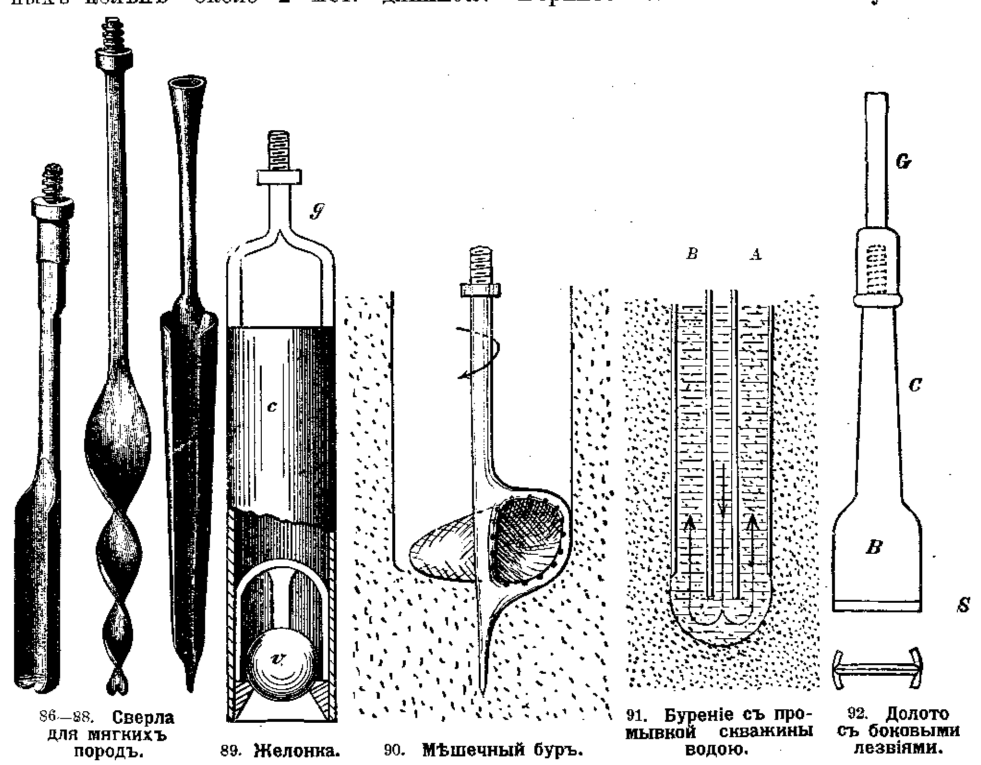
Скважины такой значительной глубины требуютъ для успѣшнаго своего

выполненія тщательно сдѣланныхъ приборовъ и хорошо обученнаго рабочаго персонала.

Смотря по твердости проходимыхъ скважиною породъ, примѣняются различные способы буренія, описаніе которыхъ будетъ вкратцѣ изложено ниже.

Въ породахъ мягкихъ, каковыми являются, напр., песчаники и глины, часто покрывающія пласты каменнаго угля, примѣняется такъ называемое вращательное буреніе на сплошной или пустотѣлой штангѣ.

Буреніе производится помощью сверлъ различной формы (фиг. 86—88), навинчиваемыхъ на сплошную или пустотѣлую штангу, состоящую изъ отдѣльныхъ колѣнъ около 2 мет. длинною. Верхнее колѣно снабжено ушкомъ

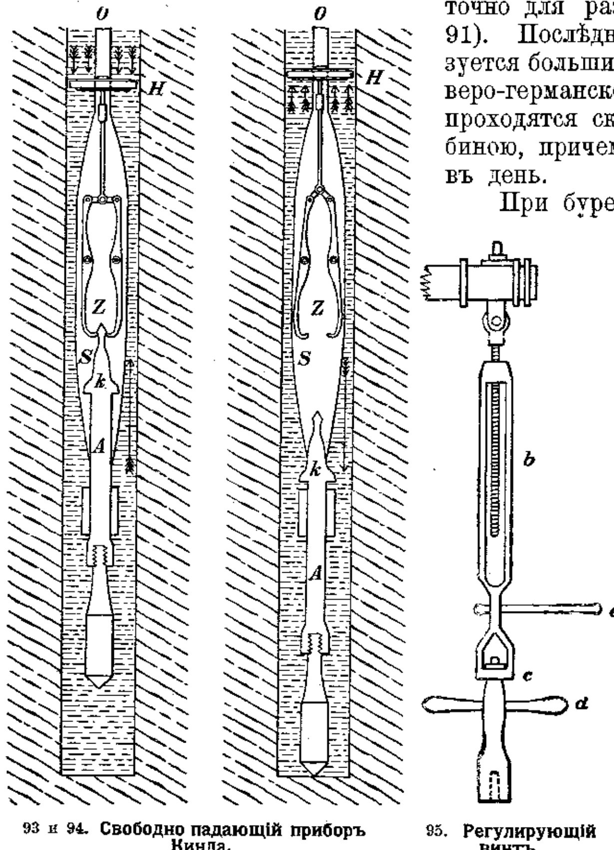


86—88. **Сверла для мягкихъ породъ.** 89. **Желонка.** 90. **Мѣшечный буръ.** 91. **Буреніе съ промывкой скважины водою.** 92. **Долото съ боковыми лезвіями.**

для продѣванія рукоятки, держась за которую одинъ или нѣсколько рабочихъ поворачиваютъ весь инструментъ и такимъ образомъ производятъ буреніе. По мѣрѣ углубленія скважины штангу наращиваютъ навинчиваньемъ новыхъ колѣнъ. Выбуренная порода, если она достаточно пластична, остается въ бурѣ и его время отъ времени вынимаютъ для очистки. Если же мы имѣемъ дѣло съ породой сыпучей или плывучей, то для очистки отъ нея въ скважину опускаютъ желонку (фиг. 89) съ клапаномъ, въ которую и набирается выбуренная порода. На поверхности желонку опоражниваютъ опрокидываньемъ, и изъ нея берутъ часть породы для испытанія. Проба эта впослѣдствіи хранится, какъ образчикъ породъ, пройденныхъ скважиною.

Въ породахъ сыпучихъ буреніе производятъ одной желонкою или, при значительномъ діаметрѣ скважины, мѣшечнымъ буромъ, состоящимъ (фиг. 90) изъ штанги, заканчивающейся остріемъ съ дугою, къ которой придѣлывается мѣшокъ для захватыванья породы со дна скважины. Дабы избѣжать періодическаго выниманія бура и замѣны его желонкой, для очистки скважины отъ буровой грязи, примѣняютъ пустотѣлую штангу, составленную изъ трубъ, че-

резъ которыя въ скважину накачивается вода. Струя воды, попадая на дно скважины, очищаетъ послѣднее отъ накопляющейся грязи, частицы которой вмѣстѣ съ водою выносятся на поверхность черезъ зазоръ между стѣнками скважины и штангой. На поверхности вода освѣтляется въ отсадочныхъ бассейнахъ отъ буровой грязи и идетъ снова для промывки скважины. Осѣвшая же грязь служитъ образчикомъ породъ, пройденныхъ скважиною. Въ породахъ сыпучихъ и плывучихъ стѣнки скважины должны быть закрѣплены обсадными трубами, и при буренiи съ промывкою скважины струею воды часто не примѣняютъ никакихъ инструментовъ, такъ какъ одной силы струи достаточно для размытiя дна скважины (фиг. 91). Послѣднiй способъ буренiя пользуется большимъ распространенiемъ въ сѣверо-германской низменности и имъ легко проходятся скважины до 100 метр. глубиною, причемъ проходится до 30 метр. въ день.



93 и 94. Свободно падающiй приборъ Кинда.

95. Регулирующiй винтъ.

При буренiи въ твердыхъ породахъ, описанный способъ вращательнаго буренiя оказывается непригоднымъ и въ этомъ случаѣ примѣняются два способа: 1) ударное буренiе — при которомъ дѣйствующая часть инструмента отдѣлывается въ формѣ долота, дробящаго породу ударами, или 2) вращательное алмазное буренiе, причемъ въ новѣйшее время все болѣе и болѣе отдаютъ предпочтенiе этому послѣднему способу. Долото, примѣняемое при ударномъ буренiи, состоитъ изъ лопасти B съ лезвiемъ s (фиг. 92). Помощью винта, долото соединяется съ послѣднимъ колѣномъ штанги, идущей къ поверхности. Долото дробитъ породу ударами, причемъ передъ каждымъ ударомъ весь инструментъ поворачивается примѣрно на $^1/_8$ — $^1/_{10}$ полнаго оборота, дабы придать скважинѣ надлежащую круглую форму. Для выравниванья стѣнокъ скважины долоту придаютъ иногда боковыя лезвiя, какъ это представлено на фиг. 92.

Удары долота, при небольшой глубинѣ скважины, производятся тѣмъ, что верхнiй конецъ штанги соединяется съ веревкой, перекинутой черезъ блокъ, за другой конецъ которой рабочiе поднимаютъ инструментъ до надлежащей высоты. Для очистки скважины отъ буровой муки здѣсь также приходится время отъ времени вынимать инструментъ изъ скважины и замѣнять его желонкой. Подъемъ и спускъ инструмента занимаетъ довольно много времени, такъ какъ при этомъ приходится развинчивать и навинчивать постепенно одно или нѣсколько колѣнъ штанги, поднимая инструментъ на такую высоту, какая дозволяется высотою бурового копра, устраиваемаго надъ скважиною.

При развинчиваньи верхнихъ штангъ часть инструмента, находящаяся въ скважинѣ, поддерживается помощью такъ называемыхъ подкладныхъ скобъ. Чтобы избѣжать отвинчиванья и навинчиванья штангъ при подъемѣ и спускѣ желонки, послѣдняя спускается въ скважину на канатѣ, навиваемомъ на воротъ.

Описанный крайне простой способъ производства ударнаго буренія примѣняется только для скважинъ небольшой глубины. При большой глубинѣ скважинъ весь инструментъ получаетъ слишкомъ большой вѣсъ, вслѣдствіе чего подъемъ его за веревку для производства ударовъ становится затруднительнымъ, самые удары слишкомъ сильными, отчего штанга, благодаря большой своей длинѣ, часто ломается.

Для облегченія производства ударовъ — инструментъ прикрѣпляется къ короткому плечу неравноплечнаго балансира, на длинное плечо котораго дѣйствуютъ рабочіе, или оно приводится въ движеніе отъ поршня паровой машины. Для устраненія поломки штангъ при ударѣ долота о породу примѣняютъ буреніе съ свободнопадающими приборами. Помощью этихъ приборовъ вся штанга раздѣляется на двѣ части, изъ которыхъ верхняя отъ балансира до свободнопадающаго прибора въ ударахъ долота не участвуетъ и изгибу подвергается только сравнительно короткая нижняя часть, соединенная съ долотомъ. Изъ числа различныхъ свободнопадающихъ приборовъ мы здѣсь опишемъ приборъ Кинда, (фиг. 93 и 94) одинъ изъ наичаще примѣняемыхъ въ настоящее время. Нижняя штанга соединена съ штокомъ A, оканчивающимся головкой k. Верхняя штанга O соединена съ двумя пластинками S. въ промежуткѣ между которыми ходитъ штокъ A. На верхнюю штангу надѣтъ клапанъ H, соединенный стержнемъ l съ системою рычаговъ Z.

Дѣйствіе прибора предполагаетъ, что скважина наполнена водою. При подъемѣ снаряда со дна скважины вода давитъ на клапанъ H сверху, послѣдній понижается и рычаги Z сомкнувшись захватываютъ головку k штока A. Въ такомъ положеніи весь приборъ вмѣстѣ съ долотомъ поднимается до полной высоты подъема. Какъ только при обратномъ движеніи балансира весь приборъ начинаетъ опускаться, клапанъ, подвергаясь давленію воды снизу, поднимется и рычаги Z, разомкнувшись, выпустятъ штокъ A вмѣстѣ съ долотомъ (фиг. 94) и послѣдній, падая на дно скважины, произведетъ ударъ долота о породу, въ которомъ верхняя, соединенная съ балансиромъ, часть штанги не принимаетъ никакого участія и слѣдовательно не подвергается опасности поломки. Когда верхняя штанга, опустившись до дна, начнетъ подниматься, рычаги Z снова захватятъ головку k штока и приборъ будетъ подниматься въ положеніи, показанномъ на фиг. 93.

Примѣняя подобные свободно падающіе приборы, можно съ удобствомъ вести буреніе до глубины въ нѣсколько сотъ метровъ.

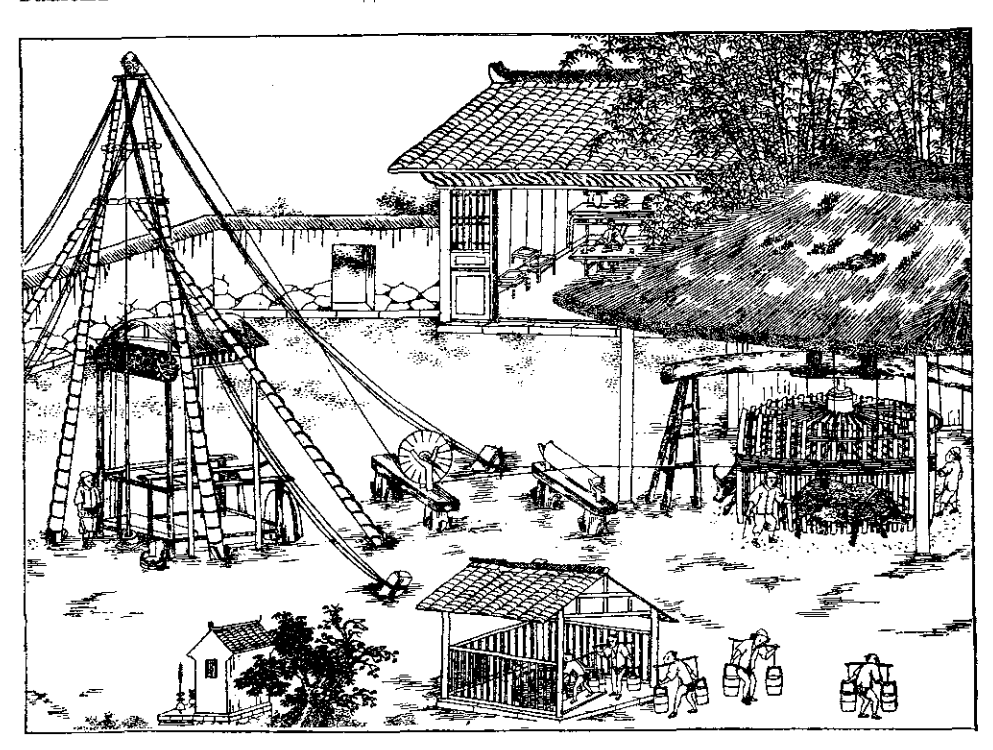
По мѣрѣ углубленія скважины штангу постоянно наращиваютъ новыми колѣнами въ 8—10 метр. длиною. Такъ какъ сразу такого колѣна вставить нельзя, то наращиванье производятъ постепенно колѣнами въ $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$ цѣлаго колѣна и когда, такимъ образомъ, углубятъ скважину на длину цѣлаго колѣна, замѣняютъ верхнія мелкія части однимъ колѣномъ обыкновенной длины. Дабы имѣть возможность удлинять штангу на части малаго колѣна между штангой и балансиромъ помѣщаютъ регулирующій винтъ (фиг. 95), состоящій изъ винтового стержня, соединеннаго съ балансиромъ и рамы ba съ рукояткой e, соединенной съ верхнякомъ d, къ которому привинчивается штанга.

Дѣйствуя за рукоятку e, можно по желанію опустить весь приборъ постепенно на длину винта, которая дѣлается обыкновенно равной длинѣ самаго малаго колѣна штанги.

Дѣйствуя за рукоятку верхняка рабочій передъ каждымъ ударомъ поворачиваетъ долото на нѣкоторый уголъ, дабы придать скважинѣ цилиндрическую форму.

Балансиръ, при буреніи глубокихъ скважинъ, устраивается такимъ образомъ, чтобы его легко можно было отставить въ сторону, при подъемѣ и спускѣ бурового снаряда, что необходимо дѣлать для замѣны долота желонкой, съ цѣлью очистить скважину отъ накопившейся на днѣ буровой грязи.

При каждомъ подъемѣ и опусканіи бурового снаряда затрачивается, какъ сказано выше, слишкомъ много времени на свинчиванье и развинчиванье отдѣльныхъ колѣнъ штангъ, а потому были неоднократно сдѣланы попытки вести буреніе не на штангахъ, а на канатѣ, причемъ подъемъ и спускъ снаряда въ скважину производится весьма быстро навиваніемъ каната на воротъ или свиваніемъ его съ этого послѣдняго.



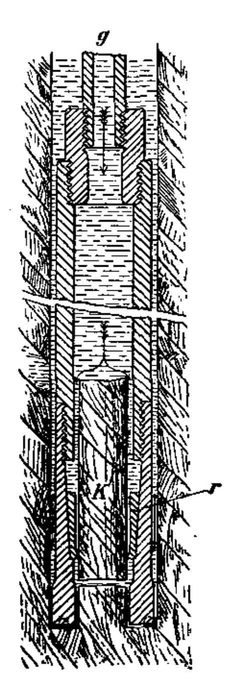
96. **Канатное буреніе въ Китаѣ; подъемъ штанги изъ скважины.**

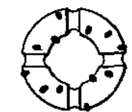
Этотъ способъ, называемый канатнымъ буреніемъ, былъ уже съ давнихъ временъ извѣстенъ китайцамъ, пользовавшимся имъ для проведенія скважинъ въ нѣсколько сотъ метровъ глубиною съ цѣлью добычи соляныхъ разсоловъ. Общее устройство бурового станка, примѣняемаго китайцами, представлено на фиг. 96.

Слѣдуетъ замѣтить, что примѣняя канатное буреніе трудно достигнуть надлежащей правильности въ поворотѣ долота передъ каждымъ ударомъ и что искривленія скважины здѣсь происходятъ гораздо чаще, чѣмъ при буреніи на твердой штангѣ.

Алмазное буреніе существеннымъ улучшеніемъ техники бурового дѣла является предложенный въ 1864 году женевскимъ инженеромъ Lechot способъ вращательнаго алмазнаго бурения. Приборъ Lechot экспонировался на парижской выставкѣ 1867 года. Дѣйствующая часть прибора, такъ называемая коронка см. фиг. 97 представляетъ собою стальное кольцо, наружный діаметръ коего равенъ діаметру выбуриваемой скважины. Нижняя кромка кольца усажена черными алмазами, называемыми иногда карбонатами, снабжена желобами, по кото-

рымъ проходитъ вода изъ коронки въ скважину. Алмазы вѣсомъ около 5 каратовъ и стоимостью около 125—400 марокъ штука, вставляются въ сдѣланныя въ кромкахъ углубленія такимъ образомъ, чтобы большая ихъ ось совпадала съ направленіемъ радіусовъ кольца. Алмазы, находящіеся у наружной и внутренней стѣнокъ, должны нѣсколько выступать за нихъ, чтобы выбуриваемое кольцо имѣло толщину большую толщины стѣнокъ коронки. Промежуточные алмазы располагаются такимъ образомъ, чтобы рядъ получающихся отъ нихъ концентрическихъ окружностей выполнилъ собою всю площадь выбуриваемаго кольца. При буреніи внутри коронки остается столбикъ, который впослѣдствіи отламывается и поднимается на поверхность, какъ образчикъ пройденной скважиною породы. Пружинное кольцо f, охватывая столбикъ, задерживаетъ его въ коронкѣ во время подъема.





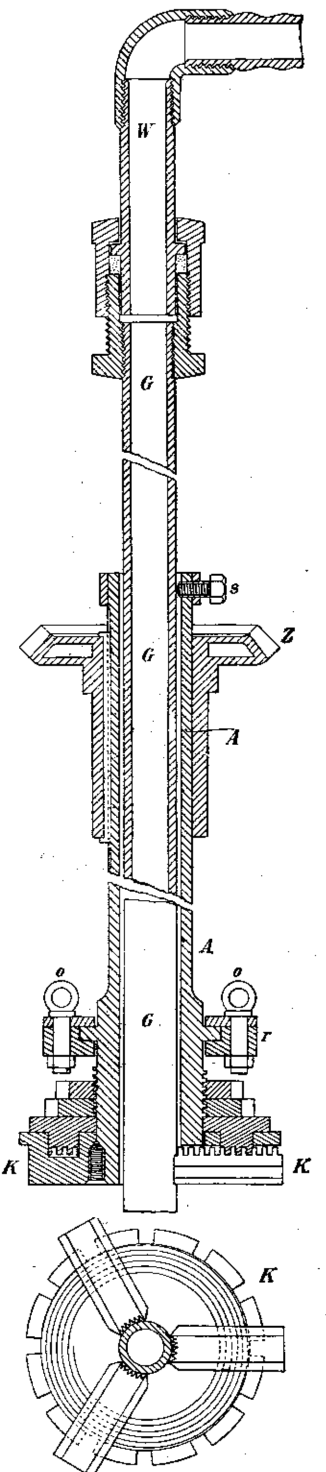
97. Коронка для алмазнаго буренія.

Коронка соединяется винтовою нарѣзкою съ широкою трубою L, которая въ свою очередь помощью муфты соединяется съ полою штангою, идущей до верху и составленной изъ отдѣльныхъ колѣнъ. Штанга вмѣстѣ съ коронкой приводится паровой машиной въ быстрое вращательное движеніе, причемъ число оборотовъ доходитъ до нѣсколькихъ сотъ въ минуту. Вмѣстѣ съ вращательнымъ штангѣ сообщается и поступательное движеніе. Съ этою цѣлью на верхнее выступающее изъ скважины колѣно штанги G (фиг. 98), надѣвается такъ называемая рабочая труба, удерживаемая на ней внизу помощью зажимнаго патрона k подобно тому, какъ это дѣлается въ токарныхъ станкахъ, а вверху помощью трехъ нажимныхъ винтовъ s, дѣйствіемъ которыхъ можно строго центрировать ось штанги относительно оси винта.

Рабочая труба снабжается длинной шпонкой, которая входитъ въ соотвѣтствующее углубленіе во втулкѣ насаживаемаго на трубу зубчатаго колеса z, служащаго для передачи движенія отъ паровой машины. При вращеніи колеса z, вращается рабочая труба, а съ нею вмѣстѣ и штанга, причемъ эта послѣдняя опускается вслѣдствіе собственнаго вѣса прибора. При значительной глубинѣ скважины вѣсъ прибора получается слишкомъ большимъ и можетъ встрѣтиться необходимость въ его уравновѣшеніи. Съ этою цѣлью къ рабочей трубѣ прикрѣпляется помощью болтовъ съ проушинами кольцо r, въ проушинахъ укрѣпляются канаты, другіе концы которыхъ перекидываются черезъ блоки, укрѣпленные въ станинахъ бурового станка и снабжаются гирями, уравновѣшивающими весь приборъ.

Бурение ведется съ промывкою скважины водою. Съ цѣлью сдѣлать возможнымъ поступленіе въ штангу воды, верхнее колѣно штанги продолжается выше рабочей трубы и соединяется помощью сальника съ трубою W, въ которую помощью подтрубка поступаетъ вода изъ рукава насоса.

Благодаря сальниковому соединенію штанга G можетъ вращаться, не увлекая за собою трубы W и подтрубка k. Поступающая въ штангу вода проходитъ черезъ желоба коронки, очищаетъ дно скважины и выноситъ буровую муку черезъ зазоръ между стѣнками скважины и штанговою трубою наружу. Подъемъ и спускъ бурового снаряда производится, поэтому, лишь тогда, когда столбикъ породы выполнитъ всю длину трубы l, чѣмъ значительно ускоряется буреніе, по сравненію съ буреніемъ на сплошной штангѣ, гдѣ подъемъ и спускъ приходится дѣлать гораздо чаще для очистки скважины отъ буровой



98. Зажимная муфта, рабочая труба и устройство для провода воды въ штангу при алмазномъ буреніи.

муки. Штанги дѣлаются изъ сварныхъ или, при значительной глубинѣ скважины, изъ болѣе легкихъ и прочныхъ маннесмановскихъ трубъ.

Соединеніе отдѣльныхъ колѣнъ производится помощью муфтъ, причемъ концы трубъ утолщаются, дабы не ослаблять прочности трубъ нарѣзкою. Утолщеніе дѣлается съ наружной стороны — внутренняя же остается гладкою, дабы не увеличивать сопротивленія движенію воды въ трубахъ. Муфты должны быть время отъ времени замѣняемы новыми, такъ какъ онѣ изнашиваются, вслѣдствіе тренія о стѣнки скважины, при случайномъ уменьшеніи діаметра послѣдней въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. При свинчиваніи и развинчиваніи нижнее колѣно поддерживается скобами, которыя подводятъ подъ указанное утолщеніе на концѣ колѣна.

Производительность алмазнаго буренія зависитъ отъ твердости породъ, отъ глубины скважины и доходитъ до 6 — 15 метровъ въ сутки.

При буреніи въ каменной соли, что въ настоящее время часто имѣетъ мѣсто, можно также вести буреніе съ промывкою скважины, примѣняя для этой цѣли не чистую воду, а насыщенный растворъ магнезіальныхъ солей, въ которомъ соль уже не растворяется и получающіеся столбики породы могутъ быть вынуты на поверхность.

Несмотря на всю тщательность въ изготовленіи отдѣльныхъ частей бурового снаряда, на всю тщательность производства буренія и опытность занятыхъ имъ рабочихъ, во время буренія могутъ все же произойти различныя случайности, нарушающія правильный ходъ работы. Случайности эти происходятъ, или вслѣдствіе обвала стѣнокъ скважины, или вслѣдствіе поломки самого прибора.

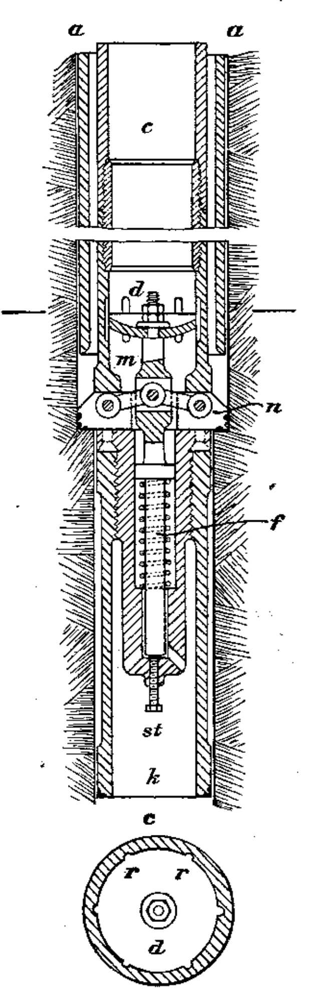
Если скважина проходитъ въ породахъ рыхлыхъ, то стараются предупредить обвалъ, опуская въ скважину обсадныя трубы, которыми закрѣпляются стѣнки послѣдней. Трубы эти состоятъ изъ отдѣльныхъ колѣнъ, соединенныхъ между собою винтами или заклепками такимъ образомъ, чтобы ихъ внутренняя и наружныя стороны оставались совершенно гладкими.

При опусканіи трубы захватываютъ особымъ хомутомъ и опускаютъ на длину одного колѣна, послѣ чего наращиваютъ новымъ колѣномъ, подхватываютъ вторымъ хомутомъ и, удаливъ первый, продолжаютъ опускать дальше.

Когда, такимъ образомъ, часть скважины будетъ закрѣплена, то при дальнѣйшемъ углубленіи скважины приходится придавать ей діаметръ, равный внутреннему діаметру обсадныхъ трубъ или же, что лучше, продолжаютъ скважину съ

тѣмъ же дiаметромъ, примѣняя для этого особые приборы, называемые расширителями.

Одинъ изъ такихъ приборовъ, расширитель Köbrich'a, предложенный имъ для алмазнаго буренiя представленъ на черт. 99 и состоитъ изъ вращающихся на шарнирѣ, снабженныхъ алмазами ножей n, которые помощью пружины f и рычаговъ вводятся въ скважину въ сложенномъ положенiи и въ такомъ видѣ проходятъ черезъ обсадную трубу. Когда приборъ опустился ниже конца трубъ, въ штангу с накачиваютъ воду, давленiе которой, пересиливая напряженiе пружины, заставляетъ опуститься поршень d и съ нимъ вмѣстѣ сердечникъ m, отчего ножи освобождаются и принимаютъ положенiе, изображенное на чертежѣ.



99. Расширитель Кёбриха для алмазнаго буренiя.

При вращенiи прибора ножи срѣзываютъ кольцеобразный уступъ между стѣнками скважины прежняго дiаметра и проведенной ранѣе передовою скважиной, дiаметръ которой равенъ внутреннему дiаметру обсадныхъ трубъ. Образующаяся при буренiи буровая мука выносится изъ скважины струею воды, попадающей въ нее изъ верхней штанги с по желобамъ r, сдѣланнымъ въ стѣнкахъ трубы вокругъ поршня d. При опусканiи прибора поршень этотъ дѣйствiемъ пружины f поднятъ выше желобовъ, отчего накачиваемая въ штангу вода должна для свободнаго своего выхода опустить поршень до горизонта желобовъ и такимъ образомъ освободить ножи. Выдвиганiе этихъ послѣднихъ регулируется винтомъ st.

Труба k насаженными на концѣ алмазами выравниваетъ стѣнки скважины и служитъ направляющей для расширителя.

Описанный расширитель можетъ служить типомъ расширителей, примѣняемыхъ при вращательномъ буренiи.

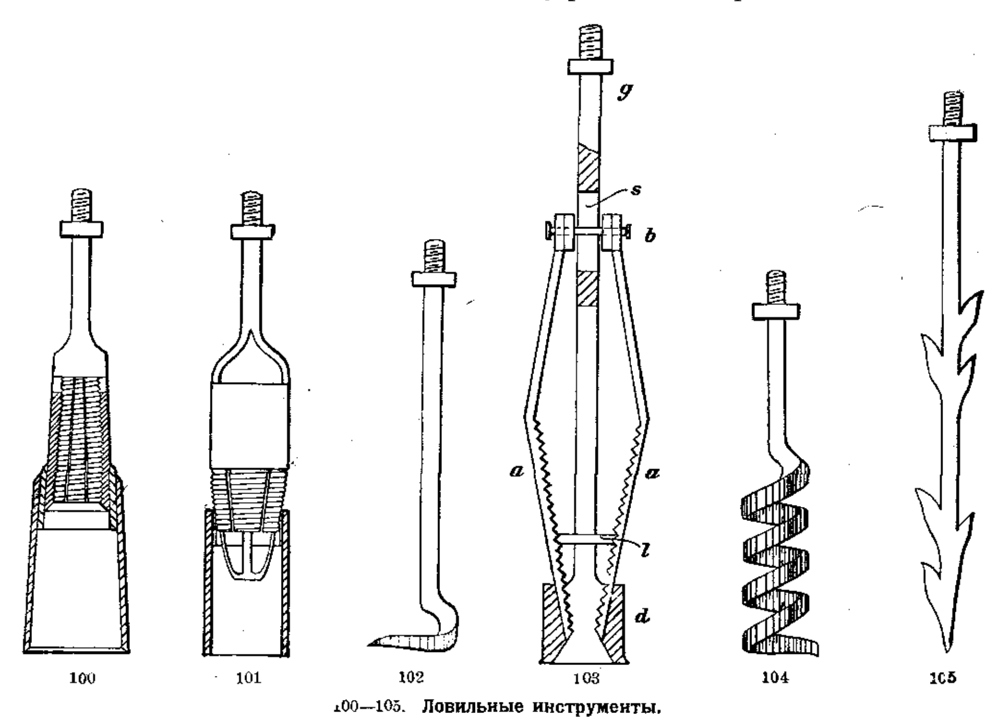
Подобные же приборы, основанные на дѣйствiи пружинъ, примѣняются и при ударномъ буренiи.

Когда, такимъ образомъ, скважина будетъ расширена до первоначальнаго своего дiаметра, продолжаютъ опускать трубы дальше, постепенно наращивая ихъ сверху.

Такое опусканiе трубъ имѣетъ, однако, свои предѣлы. На нѣкоторой глубинѣ отъ поверхности земли трубы настолько заклиниваются между стѣнками скважины, что не подаются дальше, несмотря на значительное давленiе, которое производится на нихъ сверху помощью винтовыхъ прессовъ. Въ такомъ случаѣ опусканiе даннаго звена прекращаютъ и скважину ведутъ дальше меньшаго дiаметра, примѣняя буръ соотвѣтствующихъ размѣровъ. Если при этомъ стѣнки скважины будутъ снова нуждаться въ закрѣпленiи, то внутри перваго звена опускаютъ второе, третье и т. д., число которыхъ, при большой глубинѣ скважинъ, доходитъ до 4—5 и болѣе. Дiаметръ скважины при этомъ все болѣе и болѣе уменьшается, почему для успѣшнаго проведенiя глубокихъ скважинъ имъ придаютъ вначалѣ большой дiаметръ до 800 и болѣе миллиметровъ.

Буренiе часто затрудняется тѣмъ обстоятельствомъ, что въ скважину

попадаютъ различные предметы, которые заклиниваютъ инструментъ въ скважинѣ или, попадая на дно послѣдней, затрудняютъ работу долота. Въ первомъ случаѣ стараются помощью бура съ боковыми лезвіями разбурить стѣнки скважины въ томъ мѣстѣ, гдѣ произошло заклиниванье инструмента и, такимъ образомъ, освободить послѣдній. Во второмъ стараются раздробить упавшій предметъ буромъ особой формы — называемымъ пирамидальнымъ буромъ, или, если это не удается, то вынуть его изъ скважины помощью такъ называемыхъ ловильныхъ приборовъ различнаго устройства. Маленькіе предметы, напримѣръ алмазы, при алмазномъ буреніи, легко вынимаются помощью ловильнаго колокола, внутренность котораго наполнена мяг-

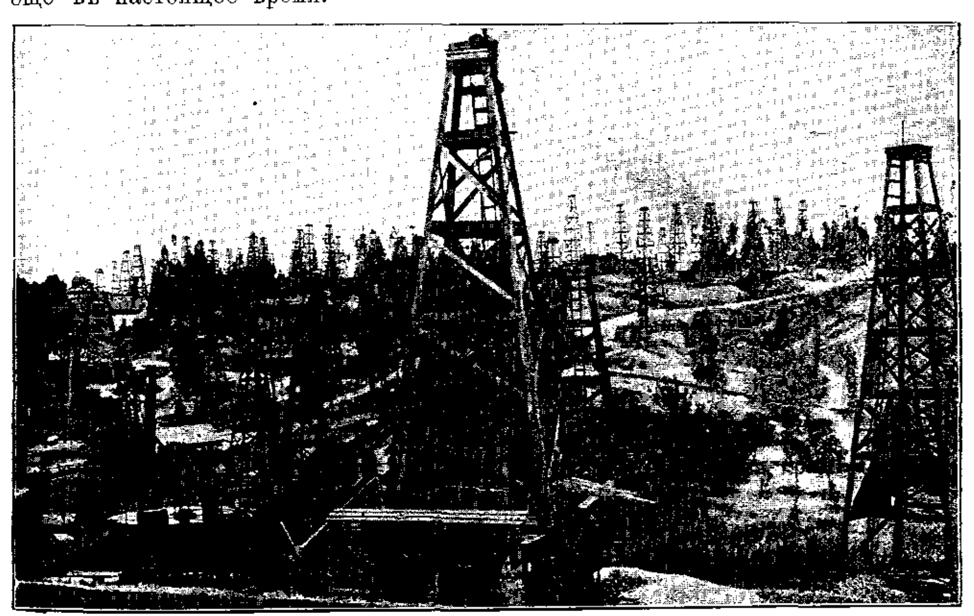


100—105. **Ловильные инструменты.**
100—винтовой колоколъ, 101—винтовой сердечникъ, 102—счастливый крюкъ, 103—ловильныя лапы, 104—ловильный штопоръ, 105—ловильный крюкъ.

кимъ воскомъ. Колоколъ на штангѣ опускаютъ въ скважину и производятъ имъ нѣсколько ударовъ о дно скважины, отчего находящіеся здѣсь предметы прилипаютъ къ воску и поднимаются вмѣстѣ съ колоколомъ на поверхность. Часто происходитъ развинчиваніе отдѣльныхъ колѣнъ штанги, причемъ нижняя часть ея остается въ скважинѣ. Чтобы поднять эту часть, примѣняется винтовой колоколъ (фиг. 100) съ нарѣзкой внутри, который спускается въ скважину на особой штангѣ и навинчивается на винтъ оставшейся части инструмента, или винтовой сердечникъ (фиг. 101) съ нарѣзкой снаружи, для подъема трубчатыхъ штангъ, подобныхъ тѣмъ, которыя примѣняются при алмазномъ буреніи. Для подъема штангъ, сломавшихся въ замкѣ, при сохранившейся обваркѣ примѣняется ловильный крюкъ (фиг. 102), которымъ стараются подхватить, штангу подъ обварку. Если же штанга сломалась посрединѣ, то ее поднимаютъ ловильными лапами (см. фиг. 103), состоящими изъ двухъ упругихъ стальныхъ пластинъ съ зубьями. При опусканіи прибора пластины раздвинуты планкой l. Конецъ штанги, попавшей въ приборъ, выбиваетъ планку l; отчего лапы ее сжимаются и захватываютъ штангу.

Изъ другихъ ловильныхъ инструментовъ, имѣющихъ крайне разнообразное устройство, *мы отмѣтимъ еще ловильный штопоръ (фиг. 104)*, служащій для подъема каната и ловильный крюкъ (105) для подъема частей, заканчивающихся вилкою.

Часто производимое, въ послѣднее время, буреніе на соль и нефть много содѣйствовало развитію техники глубокаго буренія вообще. Въ качествѣ примѣра общаго устройства снаряда для производства глубокаго буренія, мы здѣсь приводимъ рисунокъ буровыхъ башень при буреніи на нефть въ Калифорніи (фиг. 106) и краткое описаніе буровой башни, построенной Köbrich'омъ (фиг. 107 и 108) для буренія упомянутой уже ранѣе скважины близъ Paruchowitz въ Верхней Силезіи. Буровое устройство было построено для производства ударнаго и алмазнаго буренія, изъ которыхъ послѣднее ведется еще въ настоящее время.



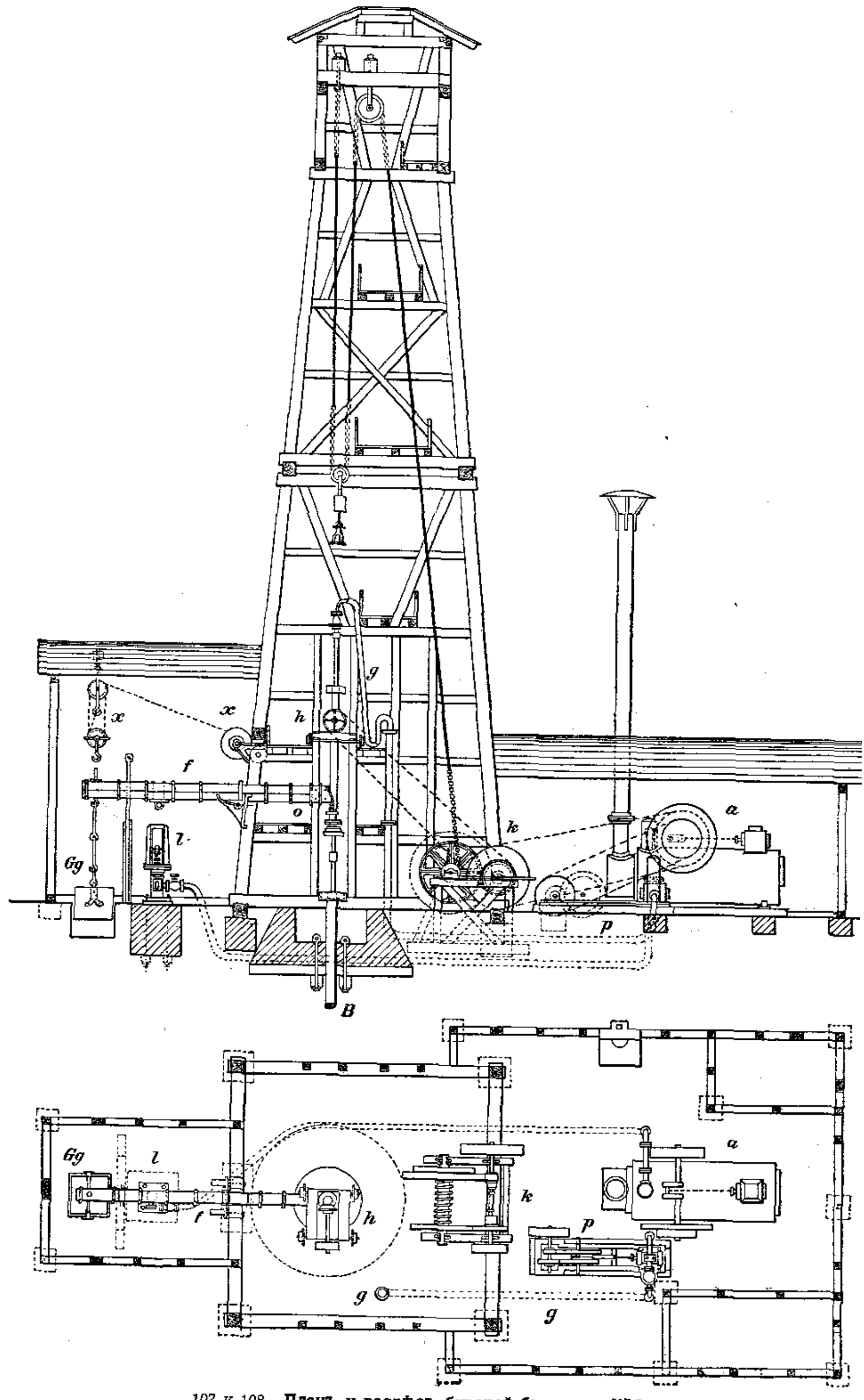
106. Буровыя башни, для буренія на нефть въ Калифорніи.

Буровая штанга получаетъ вращеніе отъ зубчатки h, которой въ свою очередь передается вращеніе отъ маховика локомобиля a.

Тотъ же локомобиль приводитъ въ дѣйствіе насосъ p, подающій по трубамъ g воду для промывки скважины отъ буровой муки.

Для облегченія вѣса прибора послѣдній подвѣшивается къ балансиру f, на другомъ концѣ котораго имѣется противовѣсъ Cg. Балансиръ можетъ служить для производства ударовъ при ударномъ буреніи, причемъ онъ получаетъ движеніе отъ цилиндра l. Во время подъема и спуска бурового снаряда балансиръ отодвигается помощью палиспаста x; k — цѣпной канатъ для спуска желонки въ скважину.

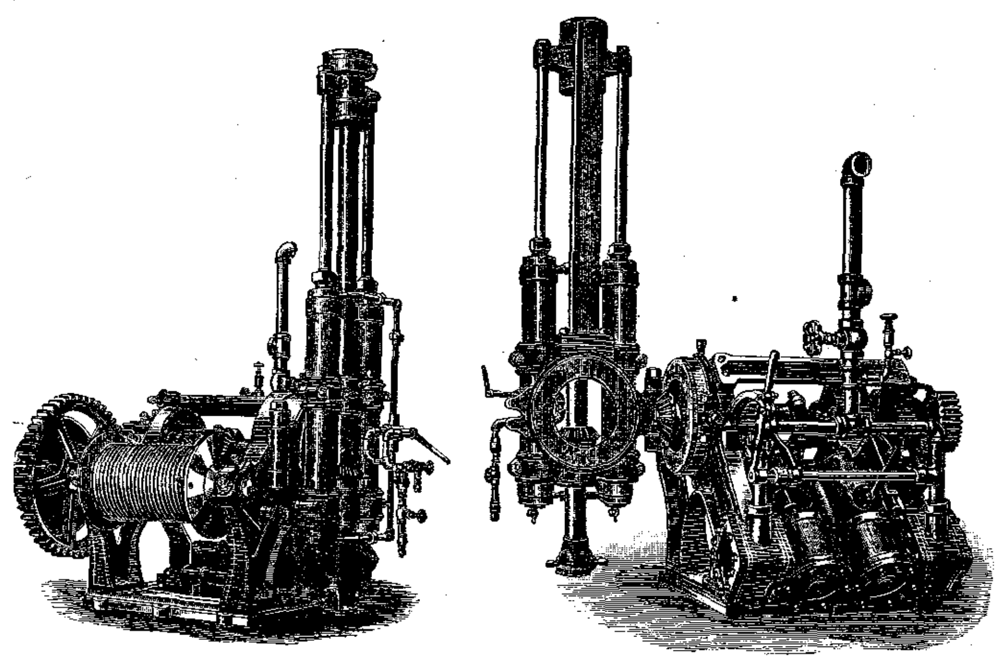
Фиг. 109 и 110 представляютъ весьма компактно устроенный станокъ для алмазнаго буренія, конструкціи американской фирмы: „Diamond Rock Drill C[o]". Штанга приводится во вращательное движеніе двумя цилиндрами, покоющимися на прочной станинѣ, на которой покоится и воротъ для навивки каната при подъемѣ инструмента. Рабочая труба вмѣстѣ съ двумя гидравлическими прессами, служащими для уравновѣшенія всего прибора, укрѣплена въ общей рамѣ, которая вращается вокругъ массивнаго болта и, во время



107 и 108. **Планъ и разрѣзъ буровой башни по Кёбриху.**

подъема и спуска снаряда, водится въ сторону, подобно тому, какъ это представлено на фиг. 110.

На фиг. 111 представленъ конструированный той же фирмою станокъ для алмазнаго буренiя въ рудникѣ скважинъ, подъ различнымъ уклономъ къ горизонту. Приборъ приводится въ дѣйствiе или ручной силой при буренiи скважинъ, не слишкомъ длинныхъ, или сжатымъ воздухомъ, или наконецъ помощью электричества. Съ изобрѣтенiемъ этого прибора, нынѣ пользующагося большимъ распространенiемъ на рудникахъ Норвегiи, былъ рѣшенъ одинъ изъ существенныхъ вопросовъ горнаго дѣла — вопросъ о возможно быстромъ и удобномъ способѣ производства развѣдокъ.



109 и 110. **Станокъ для алмазнаго буренiя фирмы *Diamond Rock Drill Co.***

Проведенiе горныхъ выработокъ.

Закончивъ сказаннымъ описанiе поисковыхъ и развѣдочныхъ работъ, помощью которыхъ находятся мѣсторожденiя полезныхъ ископаемыхъ и изслѣдуются важныя для разработки свойства послѣднихъ, мы приступимъ теперь къ описанiю способовъ разработки мѣсторожденiй съ цѣлью добычи изъ нихъ того полезнаго ископаемаго, которое въ нихъ находится.

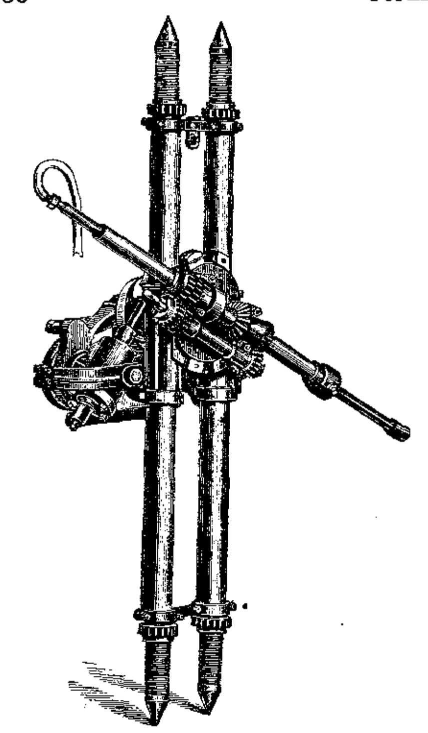
Тѣ хода, которые проводятся въ корѣ земной, съ цѣлью открытiя какого либо мѣсторожденiя, или добычи изъ него полезнаго ископаемаго, называются горными выработками подземными, если онѣ находятся подъ поверхностью земли и надземными или открытыми разработками, если они находятся на поверхности.

Подземныя выработки получаютъ различныя названiя въ зависимости отъ своего положенiя и своей цѣли.

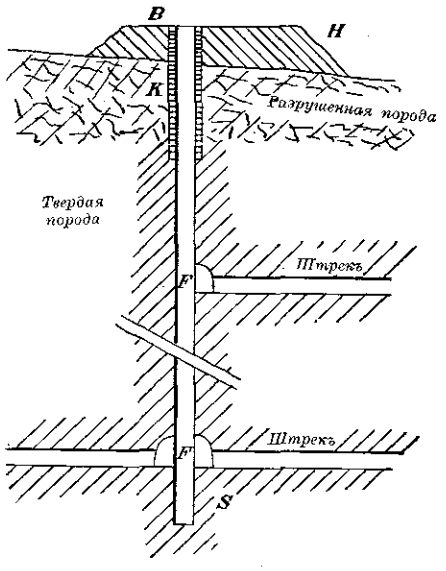
Шахтою называется всякая отвѣсная или наклонная выработка, имѣющая выходъ на дневную поверхность.

Мѣсто выхода шахты на поверхность называется ея устьемъ, наиболѣе глубокое мѣсто S (фиг. 112) ея зумпфомъ, стѣны — боками шахты.

Устье шахты обыкновенно нѣсколько возвышается надъ почвою для *бо-*



111. **Станокъ для буренія наклонныхъ скважинъ фирмы Diamond Rock Drill Co.**



112. **Шахта въ твердой породѣ.**

лѣе удобной свалки пустой породы, получаемой въ изобиліи при проведеніи самой шахты и другихъ выработокъ, служащихъ для разработки рудника. Пустая порода образуетъ вокругъ шахты такъ называемые отвалы.

Штреки и другія горизонтальныя выработки въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они подходятъ къ шахтѣ обыкновенно нѣсколько расширяются и эти мѣста называются рудничными дворами.

Въ породахъ твердыхъ шахты ничѣмъ не крѣпятся, въ породахъ же мягкихъ, каковыми являются напримѣръ наносы близъ поверхности земли, шахта крѣпится деревомъ, или камнемъ, причемъ, какъ сказано выше, крѣпь нѣсколько возвышается надъ почвою и по сторонамъ ея образуются отвалы изъ пустой породы.

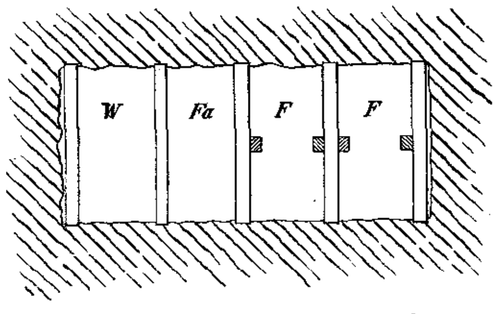
Въ породахъ твердыхъ шахтамъ обыкновенно придаютъ въ поперечномъ сѣченіи форму прямоугольника; въ породахъ слабыхъ ихъ дѣлаютъ круглыми.

Дабы приспособить шахту для различныхъ цѣлей, какъ то: для доставки матеріала, подъема и спуска рабочихъ, для установки различныхъ машинъ и т. п., ее раздѣляютъ перегородками на соотвѣтствующія отдѣленія: рудоподъемное, путевое, машинное и т. п. На фиг. 113 и 114 представлены шахты прямоугольнаго и круглаго поперечнаго сѣченія, раздѣленныя перегородками на слѣдующія отдѣленія: рудоподъемное F, путевое Fa и насосное W.

Работа въ рудничномъ дворѣ у шахты изображена на картинѣ Бёрнера, снимокъ съ которой представленъ на фиг. 115. На картинѣ изображена Абраамъ-Шахта, одна изъ наиболѣе старыхъ шахтъ Фрейбергскаго округа — слѣва видна тяжелая желѣзная бадья, поступающая въ шахту для нагрузки. Одинъ изъ рабочихъ мощными ударами молота разбиваетъ крупные куски руды, которые будутъ нагружены въ бадью для подъема; другой, стоящій позади, держится за проволоку, дабы дать машинисту сигналъ остановить бадью. Въ сосѣднемъ съ правой стороны — путевомъ отдѣленіи, одинъ изъ рабочихъ поднимается по фаркунсту. Дальше направо нѣсколько рабочихъ заняты у ручного ворота подъемомъ породы, получающейся при дальнѣйшемъ углубленіи той же шахты. Наконецъ впе-

реди на бревнахъ сидитъ штейгеръ, записывающій въ книгу результаты своего обхода рудника.

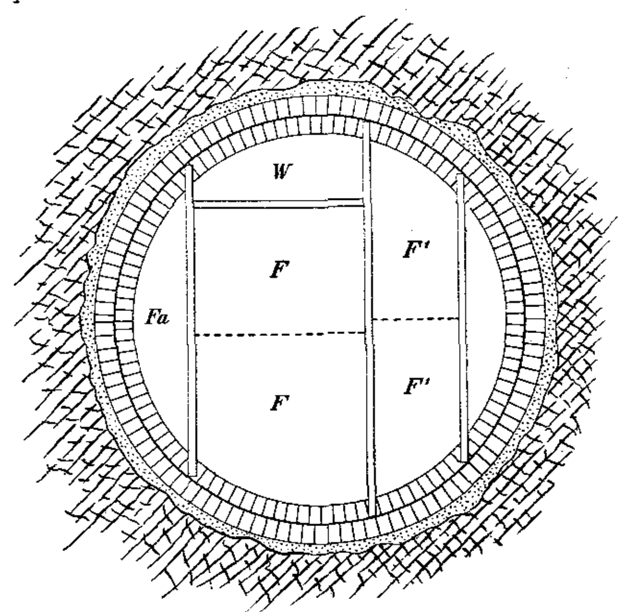
На фиг. 116 представлены работы по углубленію шахты. У одной изъ стѣнъ шахты прямоугольнаго сѣченія четверо рабочихъ заняты буреніемъ шпуровъ; въ шахтѣ находится бадья, поднимаемая на поверхность помощью небольшого парового ворота; одинъ изъ рабочихъ поднимается по стремянкѣ наверхъ. Повсюду течетъ вода и собирается у забоя, почему рабочіе, здѣсь находящіеся, одѣты въ непромокаемое платье.



113. Разрѣзъ шахты прямоугольнаго сѣченія.

Штольней называется всякая горизонтальная выработка, имѣющая выходъ на дневную поверхность. Штольни проводятся обыкновенно или съ цѣлью изслѣдовать составъ породъ (развѣдочныя штольни), или съ цѣлью отвода воды изъ рудника на поверхность.

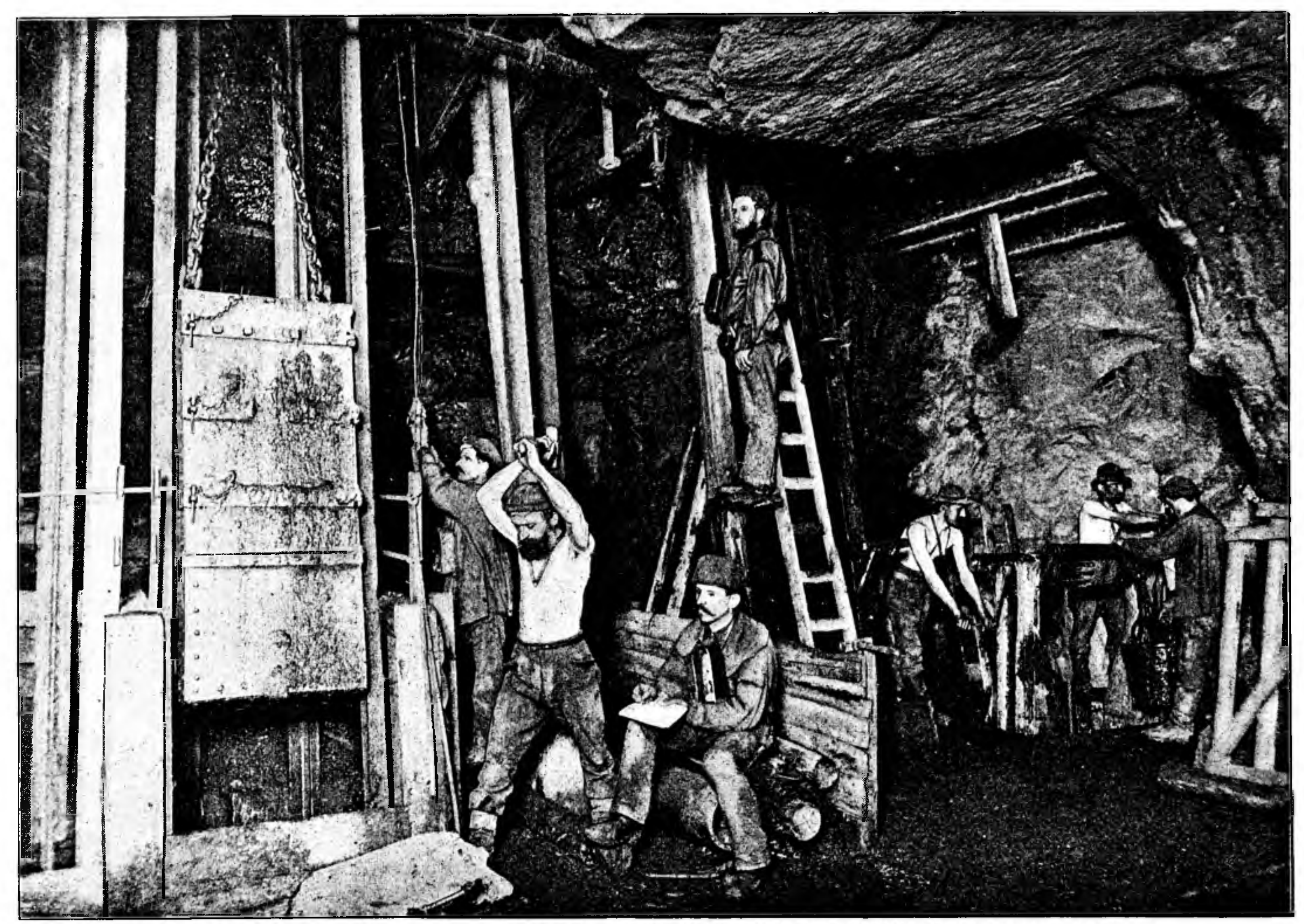
Выходъ штольни на поверхность называется ея устьемъ. На фиг. 117 представленъ заимствованный изъ извѣстнаго сочиненія Хейхлеру: „горнорабочіе“ (Die Bergknappen) рисунокъ устья штольни короля Іоанна во Фрейбергѣ, оборудованной съ нѣкоторой роскошью. Устье штольни находится близъ одного изъ угловъ скалы, поросшей лѣсомъ; штольня закрѣплена камнемъ до твердой породы. Снаружи входъ въ штольню облицованъ крупными камнями и надъ входомъ помѣщено названіе штольни: „König Johann Erbstollen“ съ горными знаками — молоткомъ и киркою. Штольня служитъ водоотводной и изъ устья вытекаетъ по канавѣ большой потокъ воды; кромѣ того изъ штольни идетъ рельсовый путь, на которомъ стоитъ вагонъ съ рудою, называемый на языкѣ германскихъ рабочихъ „собакой“. Передъ вагономъ стоятъ рабочіе, готовые къ смѣнѣ и переговариваются между собой. Слѣва видѣнъ штейгеръ, приходъ котораго, вѣроятно, положитъ конецъ всѣмъ разговорамъ и напомнитъ рабочимъ объ ихъ обязанностяхъ.



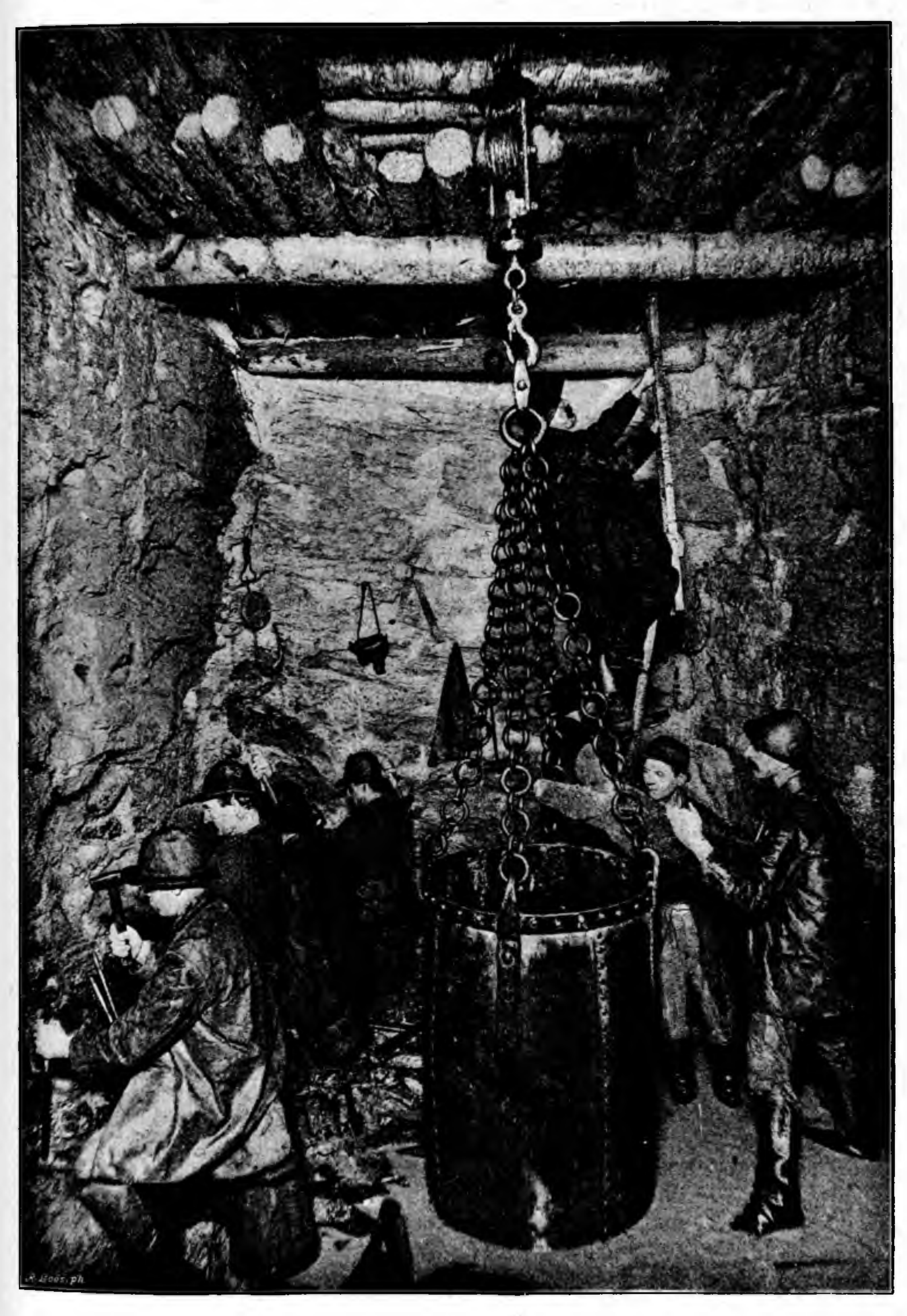
114. Разрѣзъ шахты круглаго сѣченія.

По штольнямъ отводится не только вода, накопляющаяся въ самомъ рудникѣ и стекающая въ штольню изъ выше лежащихъ горизонтовъ рудничныхъ работъ, но такъ же и поступающая въ рудникъ извнѣ вода, необходимая для дѣйствія различныхъ гидравлическихъ двигателей.

Штреки, служащіе исключительно для провода и отвода воды изъ рудника, называются водопроводными и водоотводными штреками.



115. Работы на рудничномъ дворѣ шахты Абраамъ рудника Химмельфортъ въ Фрейбергѣ. Съ фотографіи г. Вёрнера.



116. Работа по углубленію шахты.
Изъ книги Бёрнера „Der Kohlenbergmann in seinem Berufe“.

Идущія отъ шахтъ и штолень выработки называются вообще говоря штреками. По большей части выработки эти идутъ горизонтально, располагаясь на нѣкоторой высотѣ другъ надъ другомъ. Для удобства разработки такіе штреки черезъ извѣстные промежутки соединяются между собой помощью отвѣсныхъ выработокъ, называемыхъ гезенками, или помощью штрековъ идущихъ по паденію мѣсторожденія, называемыхъ наклонными штреками.

Штольнямъ и штрекамъ придается въ поперечномъ сѣченіи форма трапеціи, или эллипсиса, причемъ порода, находящаяся надъ головою рабочихъ, называется кровлею, подъ ихъ ногами — почвою штрека, его бока — стѣнами. Конецъ штрека или штольни называется забоемъ.

Проведеніе новыхъ выработокъ получаетъ различныя названія, въ зависимости отъ угла паденія выработки и способа работы, такъ: о штрекахъ, штольняхъ и другихъ горизонтальныхъ выработкахъ говорятъ, что онѣ проводятся (treiben u auffahren — по-нѣмецки). Шахты, гезенки и другія круто падающія выработки углубляются (abteufen), если работа подвигается сверху внизъ и ведутся подработкой потолка (über sichhauen), если работа ведется снизу вверхъ и рабочій добываетъ породу, находящуюся надъ головой.



117. **Устье штольни.** Изъ книги Хейхлера „Горнорабочіе".

Въ зависимости отъ своего положенія относительно самаго мѣсторожденія и окружающихъ породъ, а равно и въ зависимости отъ своего назначенія штреки получаютъ различныя названія. Собственно штрекомъ называется горизонтальная или наклонная выработка, идущая, въ мѣсторожденіяхъ правильной формы, въ плоскости самого мѣсторожденія или параллельно этой послѣдней въ окружающихъ породахъ. Въ зависимости отъ своего направленія въ этой плоскости различаются штреки по простиранію, по паденію и по діагональному направленію. Всякая горизонтальная выработка, проведенная по направленію, перпендикулярному къ линіи простиранія тѣхъ породъ, по которымъ она проходитъ, или, какъ говорятъ по направленію въ крестъ простиранія называется квершлагомъ (разсѣчкою), если она проходитъ по окружающимъ

мѣсторожденіе пустымъ породамъ (разсѣкаетъ ихъ), или ортомъ, если она проходитъ по самому мѣсторожденію.

Въ зависимости отъ назначенія, кромѣ, упомянутыхъ уже водопроводныхъ и водоотводныхъ штрековъ различаютъ еще штреки путевые, откаточные, вентиляціонные, или воздушные и т. п., названія которыхъ понятны сами собою. Другія, имѣющія болѣе мѣстный характеръ названія штрековъ будутъ нами указаны впослѣдствіи, при описаніи отдѣльныхъ мѣсторожденій.

Конечною цѣлью различныхъ рудничныхъ работъ является извлеченіе полезнаго ископаемаго изъ даннаго мѣсторожденія, или, какъ говорятъ, выемка мѣсторожденія на очистку.

Различные способы выемочныхъ работъ должны быть строго согласованы со свойствами даннаго мѣсторожденія и окружающихъ породъ и должны постоянно имѣть въ виду возможно полное извлеченіе всего запаса полезнаго ископаемаго, имѣющагося въ данномъ мѣсторожденіи. Это обстоятельство имѣетъ тѣмъ большее значеніе, что предѣльная глубина, до которой *еще возможны работы, не превышаетъ* 1000—1500 метр. и что, слѣдовательно, представляется крайне желательнымъ возможно полнѣе использовать весь содержащійся до этой небольшой, сравнительно, глубины запасъ полезнаго ископаемаго въ мѣсторожденіи.

Систематическое описаніе способовъ разработки мѣсторожденій было бы здѣсь неумѣстнымъ, а потому мы ограничимся описаніемъ отдѣльныхъ рудниковъ, на которыхъ примѣняются различные способы разработки.

Изъ различныхъ способовъ разработки съ закладкою выработанныхъ пространствъ пустою породою ниже описаны: потолкоуступная работа на примѣрѣ Фрейбергскихъ рудниковъ, выемка сплошная на классическомъ примѣрѣ разработки мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ, ортовая выемка—на разработкѣ ртути въ Идріи. Изъ способовъ разработки безъ закладки разсмотрѣны: выемка съ обрушеніемъ кровли, примѣняемая при добычѣ свинцовыхъ и цинковыхъ рудъ въ Верхней Силезіи, камерная выемка каменной соли въ Стассфуртѣ, столбовая выемка, примѣняемая для разработки пластовъ каменнаго и бураго угля. Изъ особыхъ способовъ разработки разсмотрѣны разработка соленосныхъ глинъ зинкверками, разработка дудками мѣсторожденій воска въ Галиціи, разработка колодцами мѣсторожденій алмазовъ въ Кимберлеѣ въ Южной Африкѣ.

Въ качествѣ примѣра открытыхъ работъ приводятся разработка разносомъ въ нѣсколько уступовъ мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ въ Штейермаркѣ, открытыя разработки пластовъ бураго угля, гидравлическій способъ разработки золотоносныхъ розсыпей въ Калифорніи и др. Наконецъ въ качествѣ рѣдкихъ примѣровъ разработки мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ подъ водою описаны: разработка золотоносныхъ розсыпей на Уралѣ, добыча озерныхъ рудъ въ Финляндіи и добыча янтаря въ Пруссіи.

При сколько нибудь значительномъ развитіи подземныхъ горныхъ работъ представляется необходимымъ, для успѣшнаго веденія разработки и для безопасности работъ, произвести съемку и нивеллировку горныхъ выработокъ и изобразить графически расположеніе послѣднихъ на бумагѣ. Такія графическія изображенія подземныхъ выработокъ на бумагѣ называются рудничными планами и разрѣзами, смотря по тому, представляютъ ли онѣ собою проекцію разработокъ на горизонтальную плоскость (планы), или разрѣзъ одной или нѣсколькими вертикальными плоскостями (разрѣзы).

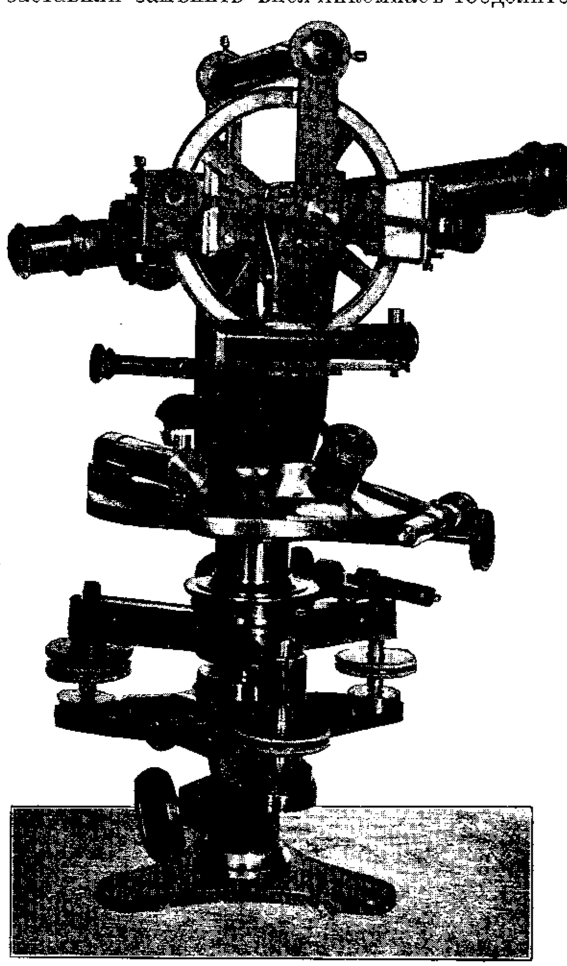
Дабы сдѣлать болѣе нагляднымъ отношеніе разработокъ къ поверхности даннаго участка на рудничныхъ планахъ должна быть представлена и часть поверхности участка и изображены зданія и другія сооруженія, имѣющія значеніе для разработки.

Служащіе, занятые производствомъ рудничной съемки, составленіемъ и

ченный между направленіемъ истиннаго меридіана даннаго мѣста и направленіемъ стрѣлки.

Для точнаго измѣренія угловъ склоненія магнитной стрѣлки примѣняются особые инструменты, называемые деклинаторами.

Требованья большей точности рудничной съемки и главнѣйше значительное развитіе примѣненія желѣза, для потребностей откатки и крѣпленія рудниковъ, заставили замѣнить висячійкомпасъ теодолитомъ, которымъ измѣряются углы между горизонтальными проекціями двухъ смежныхъ становъ и, при желаніи, углы наклоненія линій къ горизонту.


120. Горный теодолитъ.

Здѣсь не мѣсто останавливаться подробно на устройствѣ рудничнаго теодолита, одна изъ конструкцій котораго представлена на фиг. 120 и мы только замѣтимъ, что устройство его въ общемъ сходно съ устройствомъ теодолитовъ, примѣняемыхъ при съемкѣ на поверхности и состоитъ въ общихъ чертахъ изъ двухъ лимбовъ (круговъ съ градуснымъ дѣленіемъ) для измѣренія горизонтальныхъ угловъ и угловъ наклоненія линій съ вращающимися на нихъ алидадами (линейкой или кругомъ съ ноніусами, по которымъ производятъ отсчитыванье угловъ), зрительной трубы, цѣлаго ряда винтовъ (установительныхъ, для горизонтальнаго установа инструмента, нажимныхъ и микрометренныхъ для точнаго установа трубы на сигналъ и т. п.) и уровней для повѣрки горизонтальности различныхъ частей прибора.

Сигналами для наведенія трубы служатъ или освѣщенные сзади шнуры отвѣсовъ, опущенныхъ изъ угловыхъ точекъ, или особые освѣщенные сигналы, одна изъ конструкцій которыхъ представлена на фиг. 123. Съемка съ сигнали, подобными изображеннымъ на фиг. 121 представляетъ то удобство, что при перенесеніи теодолита и сигналовъ съ точки на точку теодолитъ автоматически центрируется надъ точкою, на которой находился предшествующій сигналъ. При съемкѣ необходимо имѣть два сигнала, по срединѣ между которыми устанавливается теодолитъ.

Для поясненія всего сказаннаго о горныхъ выработкахъ и вмѣстѣ съ тѣмъ для поясненія способа составленія плановъ мы приводимъ на приложенной таблицѣ планъ и проекцію на вертикальную плоскость одного изъ металлическихъ рудниковъ, работающаго на нѣсколькихъ жилахъ.

Планъ и профиль рудника.

Сѣверъ

Ручей Зехма

Оставленный разносъ

Штольня

Шахта „Бауэръ“

Шахта „Фридрихъ“

Воздушная шахта

Меридіональный камень

Первый этажный штрекъ

Второй этажный штрекъ

Штольня „Фришглюкк“

Карлъ Шпатъ

Устье штольни

Мергенъ Ганъ

Хильгеръ

Первый этажный штрекъ

Шахта „Новая“

Horizont der Stollen

Шахта „Бауэръ“

Шахта „Фридрихъ“

Шахта „Новая“

Воздушная шахта

Горизонтъ штольни „Фришглюкк“

Горизонталь 300 метровъ надъ уровнемъ моря

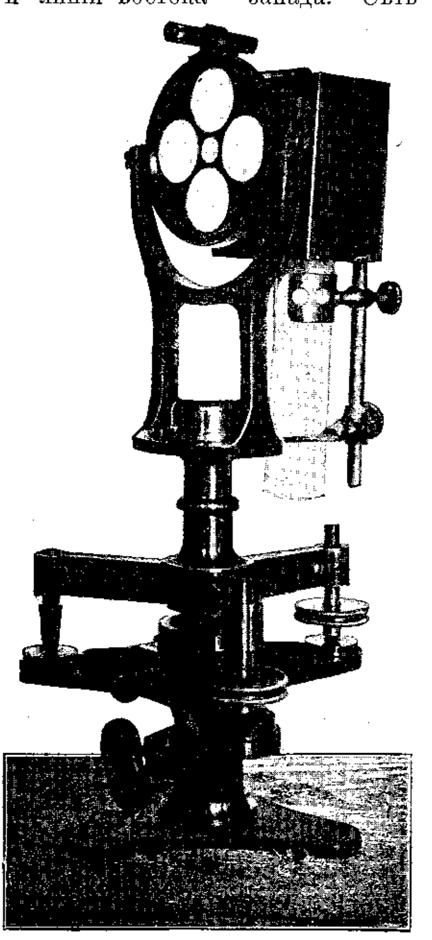
Горизонтъ первого этажа

Горизонтъ второго этажа

-320 -280 -240 -200 -160 -120 -80 -40 0 +40 +80 +120 +160 +200 +240

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 м.

Неровности мѣстности представлены на планѣ горизонталями, изъ хода которыхъ видно, что мѣстность возвышается въ восточной части плана до 380 метр. надъ уровнемъ моря, опускаясь по направленію къ руслу ручья Sehma въ западной части, до 310 метр. Дороги показаны коричневой краской, постройки, принадлежащія руднику — красной, частныя постройки — слабой тушью. Планъ покрытъ сѣтью квадратовъ, стороны которой параллельны направленію истиннаго меридіана и линіи востока — запада. Сѣть эта служитъ маркшейдерамъ пособіемъ при накладкѣ плана.



121. **Рудничный сигналъ.**

Шахты покрыты слабой тушью, штольни и штреки разными красками такимъ образомъ, что всѣ выработки, лежащія на одномъ горизонтѣ, или, какъ говорятъ, выработки одного этажа покрыты одной краской. Не считая за отдѣльный этажъ водопроводной штольни и штрека[1], по которымъ поступаетъ вода къ гидравлическому колесу, находящемуся въ шахтѣ Фридрихъ, на планѣ и разрѣзѣ можно видѣть три слѣдующихъ этажа. Этажъ водоотливной штольни (покрытъ красной краской), по которой отработавшая на колесѣ вода поступаетъ вновь на поверхность и по канавѣ спускается въ ручей. Первый этажъ (желтаго цвѣта), лежащій примѣрно на 38 метровъ глубже горизонта штольни и второй этажъ (зеленаго цвѣта) на 30 метровъ глубже перваго. Изъ шахтъ на планѣ показана наклонная Шахта „Фридрихъ" съ двумя отдѣленіями, подъемнымъ и путевымъ проведенная по паденію одной изъ главныхъ жилъ: „Карлъ Шпаттангъ" и отвѣсная шахта: „Новая". Шахта „Фридрихъ" соединена квершлагами, проведенными на горизонтѣ водопроводной штольни и разработокъ второго этажа съ разработками на жилѣ: „Хильфъ Готтъ Моргенгангъ"; шахта „Новая" соединена квершлагами съ разработками той же жилы на горизонтѣ штольни, а съ разработками первой на горизонтѣ второго этажа.

Кромѣ указанныхъ двухъ шахтъ, на планѣ и разрѣзѣ показаны нѣсколько гезенковъ, служащихъ для соединенія разработокъ смежныхъ этажей между собою. Далѣе кромѣ двухъ главныхъ жилъ, штреками открыты пологая Натангангъ въ восточной части и крутопадающая жила Vertrauene stehende Gang въ западной части поля. Добавленія къ названію жилъ въ родѣ Шпангангъ, Моргенгангъ, пологая и стоячая жилы часто употребляются въ Саксоніи и указываютъ на составъ жилы, направленіе господствующаго простиранія и уголъ паденія послѣдней.

Вынутыя пространства покрыты на планѣ и разрѣзѣ штриховкой — сѣраго цвѣта въ „Карлъ-Шпатгангъ" и коричневаго для „Хильфъ Готтъ Моргенгангъ".

Надписи высотъ отнесены къ нормальному горизонту, лежащему на

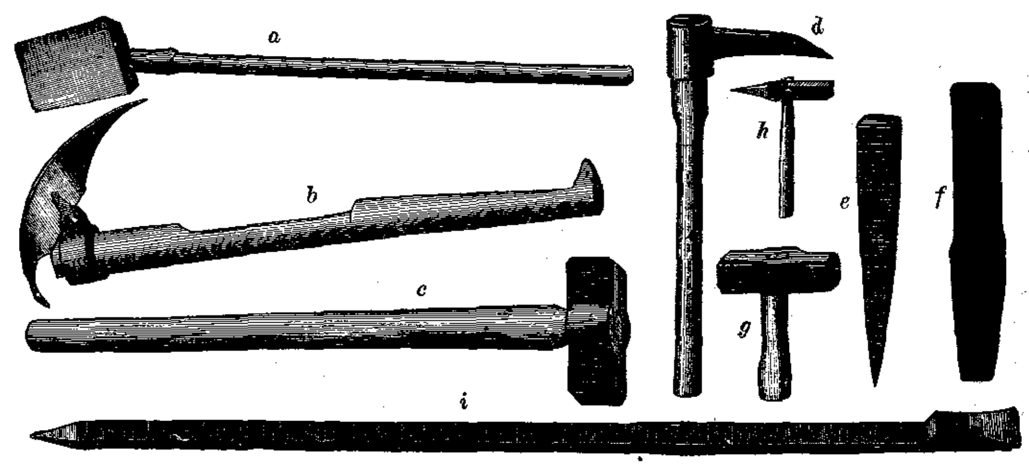
[1] На черт. обозначены синей краской.

300 метр. выше уровня моря. Масштабъ для горизонтальныхъ разстояній взятъ $^{1}/_{2000}$, или 20 метр. въ 1 сантиметрѣ.

Горныя работы.

Работы, служащія непосредственно для добычи ископаемыхъ и пустой породы, при проведеніи горныхъ выработокъ называются **горными работами** (Gesteins oder Gewinnungsarbeiten, по-нѣмецки), а инструменты помощью которыхъ онѣ производятся **горными инструментами**. Описаніе этихъ инструментовъ и работъ и должно составить предметъ настоящаго отдѣла, къ изложенію котораго мы и переходимъ.

Горныя работы и примѣняемые при нихъ инструменты должны быть сообразованы съ сложеніемъ и твердостью добываемой породы. По своему сложенію породы раздѣляются на породы сыпучія, какъ песокъ и гальки, мягкія (торфъ, глина и др.), породы слабыя (бурый и каменный угли и т. п.), крѣпкія (известнякъ, глинистый сланецъ) и весьма крѣпкія (кварцъ и кристаллическіе сланцы). Кромѣ того, по отношенію къ большей или меньшей



122. Горные инструменты.

трудности ихъ добычи различаютъ породы трещиноватыя, къ числу которыхъ относятся нѣкоторые песчанники и каменные угли, легко добываемые клиновой работой и породы, растворимыя въ водѣ, какъ соль. Особенной осторожности требуетъ проведеніе выработокъ въ породахъ плывучихъ, такъ какъ здѣсь необходимо строгое наблюденіе за крѣпленіемъ выработокъ.

Породы сыпучія и добытые другой работой куски породъ твердыхъ собираются гребкомъ (122^{b}) въ лотокъ, въ которомъ они переносятся дальше, или же перебрасываются лопатой.

Лопата, изображенная на фиг. 122^{a}, имѣетъ лопасть, наклонную къ рукояткѣ подъ тупымъ угломъ. Для добычи мягкихъ породъ примѣняется обыкновенно лопата, называемая заступомъ, лопасть которой составляетъ продолженіе рукоятки.

Для добычи слабыхъ породъ примѣняютъ кайлу (122^{d}), которая пользуется громаднымъ распространеніемъ при добычѣ угля. Лопасть кайлы слегка изогнута и оканчивается тупымъ остріемъ.

Иногда примѣняются двухлопастныя кайлы, имѣющія передъ обыкновенными то преимущество, что работа ими представляется болѣе удобной, по причинѣ болѣе равномѣрнаго распредѣленія вѣса кайлы, относительно рукоятки. Частое притупленіе острія кайлъ и необходимость частой оточки по-

слѣдняго послужили причиною широкаго распространенія кайлъ со вставными лезвіями.

Породы весьма слабыя, каковы, напримѣръ, глина или бурые угли, легко добываются кайловой работой въ видѣ большихъ кусковъ, причемъ дѣлаются соотвѣтствующіе врубы въ породѣ.

При добычѣ породъ болѣе твердыхъ, каковъ напр. каменный уголь, въ забояхъ выработки дѣлаютъ кайлою горизонтальные (фиг. 123) и вертикальные врубы, послѣ чего добываютъ уступъ угля сначала надъ врубомъ, а затѣмъ и подъ нимъ помощью клиньевъ.



123. **Производство вруба въ забоѣ.**

Для производства врубовъ примѣняются, иногда, особыя врубовыя машины, которыя пользуются большимъ распространеніемъ въ Англіи и Америкѣ и получили тамъ весьма разнообразное устройство. Наибольшимъ распространеніемъ пользуются машины, дѣйствующая часть которыхъ состоитъ изъ круглаго диска, снабженнаго по окружности стальными лезвіями.

Послѣдніе дѣлаются вставными и имѣютъ, обыкновенно, гораздо большіе размѣры, нежели зубья круглыхъ пилъ, съ которыми эта конструкція врубовыхъ машинъ имѣетъ большое сходство въ своемъ устройствѣ. Машины приводятся въ движеніе сжатымъ воздухомъ, или электричествомъ.

Примѣненіе врубовыхъ машинъ представляется удобнымъ и выгоднымъ — лишь при правильномъ залеганіи пластовъ и при высокой платѣ за ручную работу, почему слѣдуетъ относиться весьма осторожно къ возможности примѣненія ихъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ.

Для отдѣленія породы верхняго и нижняго уступа при кайловой работѣ, примѣняются клинья съ квадратнымъ (фиг. 122^e) или плоскимъ (фиг. 122^f) лезвіемъ, загоняемые въ породу тяжелыми молотами (122^c), вѣсомъ въ 4 — 6 клгр. Иногда для той же цѣли примѣняется ломъ (122^i), состоящій изъ квадратнаго желѣзнаго стержня въ 5 см. толщиною, снабженнаго на концѣ остріемъ или плоскимъ лезвіемъ. Ломъ вгоняютъ

остріемъ въ трещину и, дѣйствуя имъ, какъ рычагомъ, отдѣляютъ большія глыбы породы.

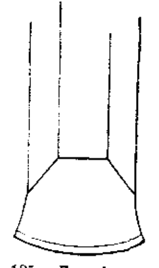
Клиновая работа оказывается особенно удобной при добычѣ трещиноватыхъ сланцеватыхъ породъ. Въ послѣднемъ случаѣ клинья удобно загоняются въ спаи между отдѣльными слоями, причемъ глыбы породы легко отдѣляются по плоскостямъ наслоенія.

Клиновая работа часто примѣняется и для раскалыванія большихъ глыбъ на болѣе мелкіе куски, причемъ загоняютъ обыкновенно цѣлый рядъ клиньевъ по направленію прямой, по которой должна быть расколота порода.

Для добычи твердыхъ и вязкихъ породъ въ прежнее время пользовались исключительно киркою и молотомъ (122^h и 122^d), или огненною работою,

124. Буреніе шпуровъ перфораторомъ Лисбе въ каменносоляномъ рудникѣ Леопольдсгалле.
Съ фотографіи Бёрнера.

подробно описанною во введеніи. Въ концѣ 17 столѣтія были сдѣланы первые опыты примѣненія работы со взрывчатыми веществами, для добычи твердыхъ породъ и, начиная съ этого времени, названная работа получаетъ все большее и большее значеніе не только въ рудничномъ, а и вообще инженерномъ дѣлѣ.



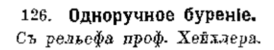
125. Лезвіе долотчатаго бура.

Въ общихъ чертахъ примѣненіе взрывчатыхъ веществъ къ добычѣ горныхъ породъ заключается въ слѣдующемъ: въ породѣ выбуриваютъ шпуръ, представляющій собою цилиндрическое углубленіе діаметромъ въ 20—25 mm. и глубиною около 1 метра. На дно шпура кладутъ взрывчатое вещество, отъ котораго идетъ затравка на поверхность и остальную часть шпура забиваютъ какой-либо вязкой породой, стараясь не повредить затравки.

Далѣе, зажигая затравку, производятъ взрывъ, слѣдствіемъ котораго является разрушеніе окружающей шпуръ породы массою образующихся при этомъ газовъ, не имѣющихъ выхода изъ шпура и стремящихся его (т. е. выходъ) найти.

Буреніе шпуровъ, составляющее наиболѣе тяжелую часть работы со взрывчатыми веществами, производится въ породахъ мягкихъ (каменная соль, уголь, глинистые сланцы и др.) вращательнымъ буреніемъ помощью спиральнаго бура, въ породахъ же твердыхъ — ударнымъ буреніемъ помощью долотчатаго бура. На фиг. 124 показанъ спиральный буръ, вставленный въ перфораторъ Лизбе, о которомъ будетъ сказано ниже, а на фиг. 125 — долотчатый буръ, представляющій собою стержень, обыкновенно восьмигранной формы въ поперечномъ сѣченіи, снабженный на одномъ концѣ лезвіемъ, а на другомъ головкою. При буреніи ударами молота (въ $1^1/_2$ килогр. вѣсомъ) загоняютъ буръ въ породу, причемъ передъ каждымъ ударомъ поворачиваютъ нѣсколько буръ, дабы придать шпуру цилиндрическую форму. При буреніи въ шпуръ обыкновенно наливаютъ немного воды, дабы охладить буръ и смочить образующуюся при буреніи муку. Время отъ времени про-





126. **Одноручное буреніе.**
Съ рельефа проф. Хейхлера.



127 **Двуручное буреніе.**
Съ рельефа проф. Хейхлера.

изводятъ очистку шпура отъ буровой грязи помощью чищалки, представляющей собою стержень съ пластинкой на концѣ; діаметръ пластинки равенъ примѣрно діаметру шпура и чищалкой дѣйствуютъ какъ гребкомъ, доставая ею накопившуюся на днѣ шпура грязь. На другомъ концѣ чищалки сдѣлано ушко черезъ которое продѣвается тряпка для обтиранія стѣнокъ шпура передъ его заряженіемъ.

Смотря по количеству занятыхъ буреніемъ рабочихъ различаютъ буреніе одноручное (фиг. 126), при которомъ задалживается одинъ рабочій и двуручное (фиг. 127), при которомъ одинъ изъ рабочихъ держитъ и поворачиваетъ буръ, а другой наноситъ удары.

При буреніи рабочій долженъ имѣть цѣлый наборъ буровъ, такъ какъ въ твердой породѣ лезвія послѣднихъ и особенно ихъ уголки быстро изнашиваются. Буреніе начинаютъ бурами малой длины съ широкимъ лезвіемъ и по мѣрѣ изнашиванья ихъ замѣняютъ другими болѣе длинными бурами, лезвія которыхъ дѣлаются уже.

Какъ уже замѣчено выше, буреніе шпуровъ особенно въ породахъ очень твердыхъ представляетъ тяжелую работу, на производство которой затрачивается много времени.

Изобрѣтеніе особыхъ машинъ, примѣненіе которыхъ значительно облегчило трудъ рабочихъ при этой работѣ и увеличило его производительность, слѣдуетъ поэтому признать однимъ изъ важныхъ успѣховъ техники горнаго дѣла.

Начиная съ 1863 г., когда машина этого рода была впервые примѣнена въ рудникѣ было предложено, множество буровыхъ машинъ (ихъ называютъ обыкновенно перфораторами) самой разнообразной конструкціи.

Здѣсь было бы неумѣстнымъ описывать детали устройства всѣхъ подобныхъ приборовъ и мы ограничимся лишь указаніемъ наиболѣе существенныхъ частей устройства машинъ различныхъ системъ и опишемъ тѣ изъ нихъ, которыя пользуются большимъ распространеніемъ.

128. **Колонна для укрѣпленія перфоратора Мейера.**

По способу дѣйствія различаютъ перфораторы ударные, снабженные долотчатымъ буромъ и вращательные, снабженные спиральнымъ буромъ, для буренія въ породахъ мягкихъ и коронкой съ алмазами, для твердыхъ породъ.

Изъ различныхъ системъ перфораторовъ для вращательнаго буренія наибольшимъ распространеніемъ пользуется ручной перфораторъ системы Лисбе. Перфораторъ состоитъ изъ легкой стойки, на которой укрѣпляется подушка съ вкладышемъ, снабженнымъ винтовой нарѣзкой. Въ подушкѣ вращается стержень съ соотвѣствующей нарѣзкой. Рабочій, дѣйствуя за рукоятку, вращаетъ стержень, причемъ этотъ послѣдній вмѣстѣ со вставленными въ него спиральнымъ буромъ получаетъ поступательное движеніе на длину хода винта при каждомъ оборотѣ послѣдняго. Длина хода винта должна быть сообразована съ твердостью породы.

Въ другихъ системахъ перфораторовъ, аналогичной конструкціи, стержень приводится во вращеніе отъ электромотора, равно какъ и въ перфораторахъ для алмазнаго, вращательнаго буренія въ породахъ твердыхъ. Перфораторы послѣдняго типа не получили однако большого распространенія, по причинѣ значительной стоимости алмазовъ.

Въ послѣднее время общее вниманіе привлекаетъ по своеобразности своего устройства перфораторъ системы Брандта. Перфораторъ приводится въ дѣйствіе двухцилиндровой водостолбовой машиной, въ которую поступаетъ вода подъ давленіемъ 150 атмосферъ. Дѣйствующею частью служитъ коронка, снабженная стальными лезвіями, получающая отъ названнаго двига-

теля вращательное и поступательное движеніе. Перфораторъ этой системы найдетъ повидимому примѣненіе при проведеніи тонеля въ Simplon'ѣ, около 20 вер. длины. Предварительные опыты съ буреніемъ шнуровъ посредствомъ этого прибора даютъ возможность предполагать, что въ годъ можно подвинуть работы на 4 вер., вмѣсто 2 вер., какъ это было при проведеніи С.-Готардскаго тонеля и 1 вер., какъ въ тонелѣ Монсени.

Различныя системы перфораторовъ для ударнаго буренія пригодны только для машиннаго, а не для ручного буренія. Двигательной силой при этомъ служилъ до послѣдняго времени почти исключительно сжатый воздухъ и лишь недавно появились перфораторы этого типа, получающіе движеніе отъ электромоторовъ.



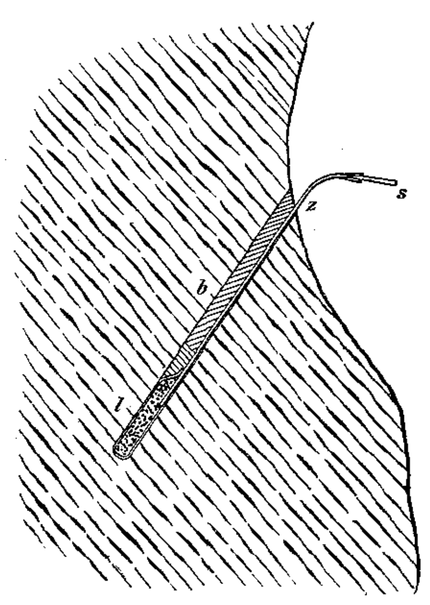
129. Подвижная рама для перфораторовъ Мейера.

Воздухъ нагнетается компрессорами въ особые цилиндры и отсюда по трубамъ распредѣляется по отдѣльнымъ забоямъ.

Во всѣхъ системахъ перфораторовъ этого типа долото соединяется съ съ поршнемъ, который приводится въ движеніе сжатымъ воздухомъ, причемъ долото дѣлаетъ нѣсколько сотъ ударовъ въ минуту. Передъ каждымъ ударомъ долото поворачивается автоматически на нѣкоторый уголъ, для чего поршень снабжается особой штангой, въ которой сдѣланъ спиральный вырѣзъ. При движеніи поршня назадъ, штанга двигаясь вырѣзомъ по шпонкѣ храноваго колеса, заставляетъ поршень и вмѣстѣ съ нимъ долото повернутся на нѣкоторый уголъ; при движеніи поршня впередъ поворачивается колесо на величину одного зубца храпчатки, поршень же двигается, не вращаясь. По мѣрѣ углубленія шпура перфораторъ подвигается впередъ отъ руки, для чего рабочій вращаетъ рукоятку винтового стержня по которому движется гайка соединенная съ перфораторомъ.

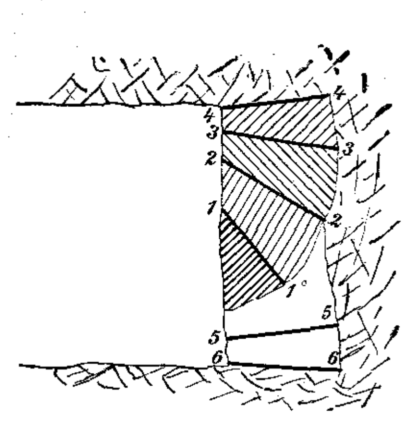
Весь приборъ прикрѣпленъ къ раздвижной стойкѣ состоящей, изъ двухъ частей, соединенныхъ между собой винтовой нарѣзкой. Вращая одну часть можно удлинить и укоротить стойку и такимъ образомъ приспособить ее къ

высотѣ выработки. На фиг. 128 представленъ перфораторъ системы фирмы Рудольфъ Мейеръ въ Мюльгеймѣ на Рурѣ, пользующійся большимъ распространеніемъ на рудникахъ Германіи. Перфораторъ можетъ быть установленъ въ любомъ положеніи и на любой высотѣ относительно забоя выработки и, слѣдовательно, имъ можно проводить шпуры по всевозможнымъ направленіямъ. При проведеніи широкихъ выработокъ употребляются нѣсколько перфораторовъ прикрѣпленныхъ къ общей рамѣ, которая подвигается впередъ, по мѣрѣ подвиганія забоя (см. фиг. 129).



130. **Шпуръ заряженный порохомъ.**

Перфораторы, получающіе движеніе отъ электромоторовъ, принадлежатъ къ типу соленоидныхъ машинъ, въ которыхъ долото, соединенное со штокомъ изъ мягкаго желѣза получаетъ движеніе вслѣдствіе дѣйствія на этотъ послѣдній тока идущаго попеременно по двумъ соленоидамъ въ противоположномъ направленіи. Въ перфораторахъ фирмы Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ примѣненъ другой способъ передачи движенія долоту. Здѣсь вращательное движеніе электромотора передается, помощью кривошипа и сильныхъ пружинъ, непосредственно долоту, которое получаетъ при этомъ поступательное движеніе. За исключеніемъ способа передачи движенія перфораторы съ электрической передачей по своей конструкціи во всемъ сходны съ перфораторами, дѣйствующими сжатымъ воздухомъ.



131. **Расположеніе шпуровъ въ забоѣ штрека.**

Электрическая передача силы гораздо экономнѣе передачи ея сжатымъ воздухомъ, однако перфораторы, дѣйствующіе этимъ послѣднимъ пользуются большимъ распространеніемъ въ рудникахъ, такъ какъ отработавшій воздухъ способствуетъ лучшей вентиляціи забоя.

Техника механическаго буренія шпуровъ въ настоящее время разработана такъ хорошо, что, пользуясь перфораторами, можно пройти до 100 мет. въ мѣсяцъ въ породахъ наиболѣе твердыхъ. Слѣдуетъ однако замѣтить, что механическое буреніе обходится обыкновенно нѣсколько дороже ручного.

Взрывчатыя вещества. Въ продолженіи почти двухъ столѣтій съ начала примѣненія порохострѣльной работы въ рудникахъ и вплоть до 1862 года, когда Нобелемъ былъ предложенъ нитроглицеринъ для заряженія шпуровъ, черный порохъ былъ единственнымъ взрывчатымъ веществомъ, находившимъ себѣ примѣненіе въ рудничной техникѣ. За послѣднія 35 лѣтъ число этихъ веществъ возрасло до большихъ размѣровъ.

Черный порохъ состоитъ примѣрно изъ 70 ч. по вѣсу селитры, 14 част. сѣры и 16 част. древеснаго угля. Эти три составныя части тщательно

измельчаются и перемѣшиваются другъ съ другомъ. Въ продажу порохъ поступаетъ въ видѣ мелкихъ зеренъ или, въ послѣднее время, въ видѣ цилиндровъ съ каналомъ по срединѣ (прессованный порохъ), діаметръ которыхъ равенъ діаметру шпура.

Черный порохъ примѣняется съ выгодою только въ сухихъ шпурахъ, проведенныхъ въ твердой не трещиноватой породѣ. Пороховой зарядъ зажигается обыкновенно посредствомъ затравки, состоящей изъ пороховой нити съ пеньковой обвивкой, которая однимъ концомъ погружается въ порохъ а другимъ выходитъ наружу изъ шпура (фиг. 130). Свободный конецъ шпура при заряженіи его порохомъ тщательно забивается глиной, дабы получающіеся при взрывѣ и развивающіеся, относительно, медленно газы не имѣли свободнаго выхода наружу. Для забивки примѣняется особый забойникъ, представляющій собою деревянный или латунный стержень, діаметръ котораго равенъ діаметру шпура. Сбоку стержня дѣлается вырѣзъ въ него вставляютъ штревелъ, дабы оставить въ забойкѣ каналъ, для затравки.

Конецъ затравки снабжается обыкновенно серянкой, которая и зажигается рабочимъ. Послѣ зажиганія рабочій быстро удаляется отъ забоя. Пламя, распространяясь по затравкѣ со скоростью одного сантиметра въ секунду, доходитъ до заряда и производитъ взрывъ. Заряженіе шпура прессованнымъ порохомъ производится подобно описанному съ тою лишь разницею, что прессованный порохъ не требуетъ патрона, въ который насыпается зернистый порохъ.

Нитроглицеринъ, предложенный Нобелемъ въ 1862, какъ взрывчатое вещество для взрыва рудничныхъ шпуровъ, былъ извѣстенъ уже давно, какъ цѣлебное средство; онъ получается обработкою глицерина смѣсью сѣрной и азотной кислотъ и представляетъ собою свѣтлую маслянистую жидкость, способную при ударѣ давать взрывъ и спокойно горящую при зажиганіи. Для производства взрыва въ патронъ съ нитроглицериномъ опускаютъ капсулю съ гремучей ртутью. Помощью затравки производится взрывъ ртути, а отъ получающагося при этомъ толчка происходитъ взрывъ нитроглицерина. Взрывъ сообщается моментально всей массѣ заряда, сопровождаясь выдѣленіемъ громаднаго количества газовъ, которые образуются такъ быстро, что не успѣваютъ найти себѣ выходъ, даже въ томъ случаѣ, когда шпуръ открытъ. Вслѣдствіе этого разрушительное дѣйствіе взрыва нитроглицерина распространяется одинаково по всѣмъ направленіямъ и въ случаѣ, открытыхъ шпуровъ, почему здѣсь не стараются дѣлать герметической забойки и роль послѣдней сводится лишь къ тому, чтобы предохранить затравку отъ спутыванья. Взрывчатая сила нитроглицерина въ 13 разъ больше таковой же пороха и съ этой стороны нитроглицеринъ представляется весьма удобнымъ взрывчатымъ веществомъ. Къ сожалѣнію примѣненіе его въ жидкомъ видѣ представляется неудобнымъ и опаснымъ, частью потому, что для заряженія возстающихъ шпуровъ его приходится помѣщать въ особые водонепроницаемые патроны, а частію потому, что капли нитроглицерина, оставаясь въ трещинахъ породы, послѣ взрыва могутъ произвести новый взрывъ при послѣдующей добычѣ породы или при буреніи новыхъ шпуровъ. Примѣненіе нитроглицерина въ чистомъ видѣ запрещено, поэтому, закономъ въ большинствѣ культурныхъ государствъ.

Дабы избѣжать опасностей и неудобствъ, связанныхъ съ примѣненіемъ жидкаго нитроглицерина, Нобель предложилъ такъ называемый кизельгуръ-динамитъ, состоящій изъ порошка весьма пористой инфузорной земли, пропитанной нитроглицериномъ. Послѣ такого пропитыванья получаютъ мягкое вязкое вещество, которымъ заряжаютъ шпуры подобно тому, какъ это дѣлается при обыкновенномъ порохѣ, съ тою лишь разницею, что для взрыва ихъ, кладутъ сверху особый патронъ пальникъ съ капсулей гре-

мучей ртути. Смотря по содержанію нитроглицерина различаютъ динамитъ №№ 1, 2 и 3 съ содержаніемъ нитроглицерина 75 — 55%, причемъ, въ среднемъ, можно принять разрушающее дѣйствіе взрыва динамита въ 3 раза большимъ таковаго же для пороха. При пользованьи динамитомъ необходимо обращать вниманіе на то, что бы температура помѣщенія, гдѣ хранится динамитъ, была не ниже $+8^0$, такъ какъ при этой температурѣ динамитъ замерзаетъ, становится твердымъ и обращеніе съ нимъ опаснымъ. Патроны съ замерзшимъ динамитомъ необходимо поэтому до ихъ употребленія оттаить, для чего ихъ осторожно кладутъ въ ящикъ съ двойными стѣнками, между которыми циркулируетъ вода надлежащей температуры. Взрывъ патроновъ динамита можетъ быть произведенъ и подъ водою, если только оболочка патрона и затравки водонепроницаемы. Если же динамитъ долгое время находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ водою, то изъ него выдѣляются капли нитроглицерина, которыя при малѣйшей неосторожности могутъ произвести взрывъ, почему такого соприкосновенія динамита съ водою слѣдуетъ, по возможности, избѣгать.

Взрывчатая сила динамита получается гораздо меньшей таковой же нитроглицерина потому, что пористое вещество, которое пропитывается нитроглицериномъ, здѣсь инертно. Дабы увеличить взрывчатую силу были предложены такія вещества, въ которыхъ пропитываемае нитроглицериномъ тѣло было бы, само по себѣ, взрывчато. Къ числу такихъ веществъ относятся гремучій студень, представляющій студенистый растворъ хлопчато-бумажнаго пороха въ нитроглицеринѣ и студенистый динамитъ того же состава, что и гремучій студень съ небольшой прибавкой обыкновеннаго пороха.

Оба названныя вещества и, особенно, послѣднее изъ нихъ получили большое распространеніе въ строительной практикѣ и горномъ дѣлѣ при разработкѣ металлическихъ рудниковъ. Въ каменноугольныхъ рудникахъ, содержащихъ гремучій газъ примѣненіе пороха, динамита, гремучаго студня и др. аналогичныхъ имъ взрывчатыхъ веществъ представляется опаснымъ, такъ какъ вслѣдствіе высокой температуры до которой нагрѣты продукты взрыва, можетъ воспламениться рудничный газъ. Въ послѣднее время были предложены, такъ называемыя, безопасныя взрывчатыя вещества; описаніе этихъ веществъ, а равно и способы заряженія шпуровъ помѣщено въ главѣ о разработкѣ каменноугольныхъ рудниковъ.

Въ видахъ общественной безопасности, а равно и съ цѣлью предупрежденія различныхъ злоупотребленій, храненіе и пользованіе взрывчатыми веществами обыкновенно регулируется соотвѣтствующими правительственными распоряженіями. Требованья этихъ правилъ должны быть строго выполняемы и особенно тѣ изъ нихъ, которыя касаются веденія отчетности о запасахъ взрывчатыхъ веществъ и расходованіи послѣднихъ.

Работа со взрывчатыми веществами требуетъ большого навыка и опытности со стороны рабочихъ, ею занимающихся. Помимо большой опасности работы по заряженію и паленію шпуровъ, самое заложеніе ихъ требуетъ большой опытности отъ рабочихъ и должно быть строго сообразовано со свойствами породъ, въ которыхъ производится работа. Въ качествѣ примѣра расположенія шпуровъ при работѣ со взрывчатыми веществами мы приводимъ (см. фиг. 131) расположеніе ихъ въ забоѣ штрека, проходимаго въ однородной массивной породѣ, каковою являтся, напримѣръ, гранитъ. Сначала задаютъ рядъ шпуровъ № 1 во всю ширину забоя, которыми отрывается часть, покрытая густой штриховкой и въ породѣ образуется врубъ. Далѣе снимаютъ послѣдовательно рядами шпуровъ 2, 3, 4 уступъ надъ врубомъ, и рядами, 5, 6 уступъ подъ врубомъ, послѣ чего забой снова выравняется и работа подвигается дальше въ томъ же порядкѣ. Въ случаѣ трещиноватости, или сланцеватости породы необходимо сообразовать направленіе шпуровъ съ на-

правленіемъ трещинъ и плоскостей наслоенія, дабы лучше использовать эффектъ взрыва. Наконецъ величина заряда отдѣльныхъ шпуровъ такъ же должна быть сообразована со свойствомъ породы, причемъ во избѣжаніе излишней траты взрывчатаго вещества полезно при отдачѣ работы поставить въ условіе уплату рабочими вознагражденія за израсходованное взрывчатое вещество, по стоимости его заготовки.

Пользованье при добычѣ растворяющей способностью воды и механическою силою струи воды находитъ примѣненіе при разработкѣ соленосныхъ глинъ и золотоносныхъ розсыпей и будетъ описано въ соотвѣтствующихъ отдѣлахъ книги.

Сказаннымъ мы и ограничимъ описаніе работъ по добычѣ породы при проведеніи горныхъ выработокъ и теперь переходимъ къ описанію работъ, по крѣпленію выработокъ съ цѣлью предохраненія ихъ отъ обвала, по доставкѣ добытаго матеріала отъ забоя къ поверхности, вентиляціи, освѣщенію и др. вспомогательныхъ работъ, связанныхъ съ проведеніемъ выработокъ.

Крѣпленіе горныхъ выработокъ.

Горныя выработки должны оставаться болѣе или менѣе продолжительное время доступными для прохода по нимъ рабочихъ, для откатки и для другихъ цѣлей, ради которыхъ онѣ проводятся. Въ породахъ твердыхъ и устойчивыхъ, каковыми являются гнейсъ, известнякъ и нѣкоторыя другія породы, выработки стоятъ не обваливаясь неопредѣленно долгое время. Точно также выработки не обваливаются долгое время и въ породахъ менѣе крѣпкихъ, каковы напримѣръ, каменная соль, каменный и бурый угли, если только давленіе выше лежащихъ породъ не слишкомъ велико. Если же это давленіе будетъ весьма большимъ, или, если мы имѣемъ дѣло съ породой трещиноватой, или легко вывѣтривающейся подъ вліяніемъ атмосферныхъ дѣятелей, то для предохраненія выработокъ отъ обваловъ необходимо искусственно закрѣпить ихъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ онѣ по прошествіи короткаго, сравнительно, промежутка времени, становятся недоступными, вслѣдствіе обрушенія кровли и боковъ выработки, выпучиванья почвы и забоя и тому подобныхъ причинъ.

Выборъ способа крѣпленія и матеріала, изъ котораго оно дѣлается, зависитъ отъ назначенія выработки, свойства породъ, по которымъ она проходитъ, и другихъ обстоятельствъ, которыя должны быть изучены отдѣльно въ каждомъ случаѣ, здѣсь же мы ограничимся только замѣчаніемъ, что даже наиболѣе прочная крѣпь можетъ разрушиться въ томъ случаѣ, когда, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто при обвалѣ огромныхъ массъ породы, давленіе послѣдней на крѣпь окажется чрезмѣрно большимъ.

Дабы избѣжать расходовъ связанныхъ съ возведеніемъ искусственной крѣпи, въ тѣхъ случаяхъ, когда это возможно, увеличиваютъ устойчивость, придаютъ выработки или уменьшаютъ давленіе породъ на стѣнки, придавая выработкамъ надлежащую форму поперечнаго сѣченія. Съ этою цѣлью штрекамъ, проведеннымъ въ твердыхъ породахъ, придаютъ въ поперечномъ сѣченіи форму эллипсиса, въ породахъ сланцеватыхъ стараются сдѣлать почвой и кровлей выработки слои болѣе твердыхъ устойчивыхъ породъ, причемъ форма поперечнаго сѣченія выработки получается прямоугольною, шахтамъ, проводимымъ безъ крѣпленья, придаютъ въ поперечномъ сѣченіи круглую форму, дабы ослабить давленіе породъ на ея стѣнки и т. п.

Далѣе съ тою же цѣлью — сообщить выработкамъ надлежащую устойчивость, не прибѣгая къ искусственному крѣпленію, при разработкѣ мѣсторожденій оставляютъ невынутою часть полезнаго ископаемаго въ видѣ цѣликовъ и столбовъ, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто при разработкѣ каменной соли камерами. Наконецъ ту же цѣль — сбереженія расходовъ по воз-

веденію искусственной крѣпи преслѣдуетъ отчасти и закладка выработанныхъ пространствъ пустой породой во всѣхъ способахъ выемки съ закладкою. Если матеріалъ для закладки получается попутно при добычѣ полезнаго ископаемаго, то данный способъ выемки имѣетъ за собою еще то преимущество, что при немъ сберегается часть расходовъ по доставкѣ пустой породы отъ забоя на поверхность. Иногда, впрочемъ, матеріалъ для закладки спеціально для этой цѣли доставляется въ рудникъ или добывается гдѣ нибудь по сосѣдству въ особыхъ выработкахъ, камерообразной формы проведенныхъ въ пустой породѣ и называемыхъ горными мельницами. Такъ при добычѣ каліевыхъ солей въ Стассфуртѣ матеріаломъ для закладки служитъ спеціально доставляемая въ выработки для этой цѣли каменная соль.

Если всѣ перечисленныя средства такъ называемаго естественнаго крѣпленія выработокъ оказываются недостигающими своей цѣли, или если, по какимъ либо причинамъ, примѣненіе нѣкоторыхъ изъ нихъ невозможно или невыгодно, то прибѣгаютъ къ возведенію искусственной крѣпи изъ дерева, камня, желѣза и, въ послѣднее время, изъ стали. Изъ всѣхъ перечисленныхъ родовъ крѣпленія наиболѣе старымъ является деревянное крѣпленіе. Каменное крѣпленіе примѣнялось, правда, уже давно въ безлѣсныхъ мѣстностяхъ, но получило общее распространеніе при крѣпленіи капитальныхъ выработокъ лишь въ прошломъ столѣтіи. Наконецъ желѣзное крѣпленіе начинаетъ пользоваться, сколько нибудь, значительнымъ распространеніемъ лишь со второй половины настоящаго столѣтія, когда произошло сильное пониженіе цѣнъ на прокатное желѣзо.

Возведеніе деревянной и желѣзной крѣпи производится значительно быстрѣе каменной крѣпи и сама крѣпь занимаетъ значительно меньше мѣста, почему первоначальные размѣры выработки въ этомъ случаѣ не приходится дѣлать такими большими, какъ при возведеніи каменной крѣпи. Продолжительность службы оказывается зато для каменной крѣпи гораздо большею, чѣмъ для деревянной и желѣзной. Деревянная крѣпь портится отъ гніенія, желѣзная разъѣдается рудничными водами, которыя нерѣдко содержатъ кислоты; крѣпь же каменная можетъ выстоять почти неограниченное время, если только окружающія породы не оказываютъ на нее черезмѣрно большого давленія. Въ послѣднемъ случаѣ даже тщательно возведенная каменная крѣпь даетъ трещины, осыпается и, мало-по-малу, окончательно разрушается. Большая или меньшая легкость возобновленія испорченной крѣпи также играетъ нѣкоторую роль въ выборѣ способа крѣпленія. Въ этомъ смыслѣ деревянная крѣпь представляется наиболѣе удобной, такъ какъ замѣна старой желѣзной и каменной крѣпи новою представляетъ часто большія затрудненія. Что касается формы поперечнаго сѣченія выработокъ, то въ этомъ отношеніи деревянная крѣпь — наиболѣе пригодна для четырехугольной формы, а каменная и желѣзная — для круглой эллиптической формы.

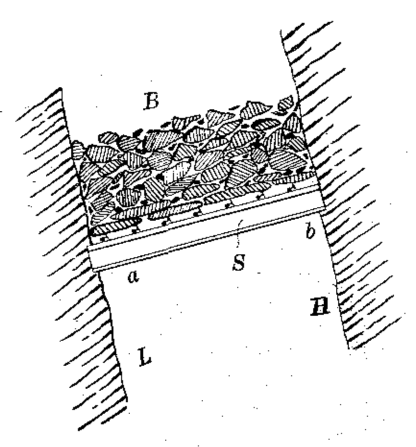
Выборъ матеріала для крѣпленія долженъ быть сообразованъ съ предполагаемою продолжительностью службы выработки. Такъ, выемочныя пространства и менѣе важные штреки и другія выработки крѣпятся деревомъ; подземныя камеры для машинъ, глубокія шахты и др. капитальныя выработки, которыя должны стоять долгое время, крѣпятся камнемъ и т. п.

Наконецъ само собою понятно, что на выборъ матеріала для крѣпленія оказываетъ большое вліяніе, стоимость возведенія изъ него крѣпи.

Крѣпленіе вынутыхъ пространствъ или, такъ называемыхъ, очистныхъ выработокъ, гдѣ рѣчь идетъ лишь о томъ, чтобы на короткое время поддержать висячій бокъ отъ обрушенія, производится помощью стоекъ надлежащей длины, загнанныхъ между висячимъ и лежачимъ бокомъ, въ опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Подъ концы стоекъ подкладываютъ подкладки,

дабы увеличить площадь давленія породъ на стойку. Иногда рядъ стоекъ подводятъ подъ бревно или брусъ, проложенный въ кровлѣ выработки и называемый подводомъ.

При крѣпленіи штрековъ иногда приходится поддерживать лишь кровлю, или одинъ изъ боковъ выработки. Кровля поддерживается такъ называемой потолочной крѣпью, состоящей изъ переклада S (фиг. 132), загоняемаго между висячимъ и лежачимъ бокомъ въ особыя гнѣзда, сдѣланныя въ породѣ; перекладьı забираются обшивкой изъ тонкихъ досокъ, или рельсъ. При закладкѣ куски послѣдней кладутся на плиты изъ камня, которыми выстилается обшивка.



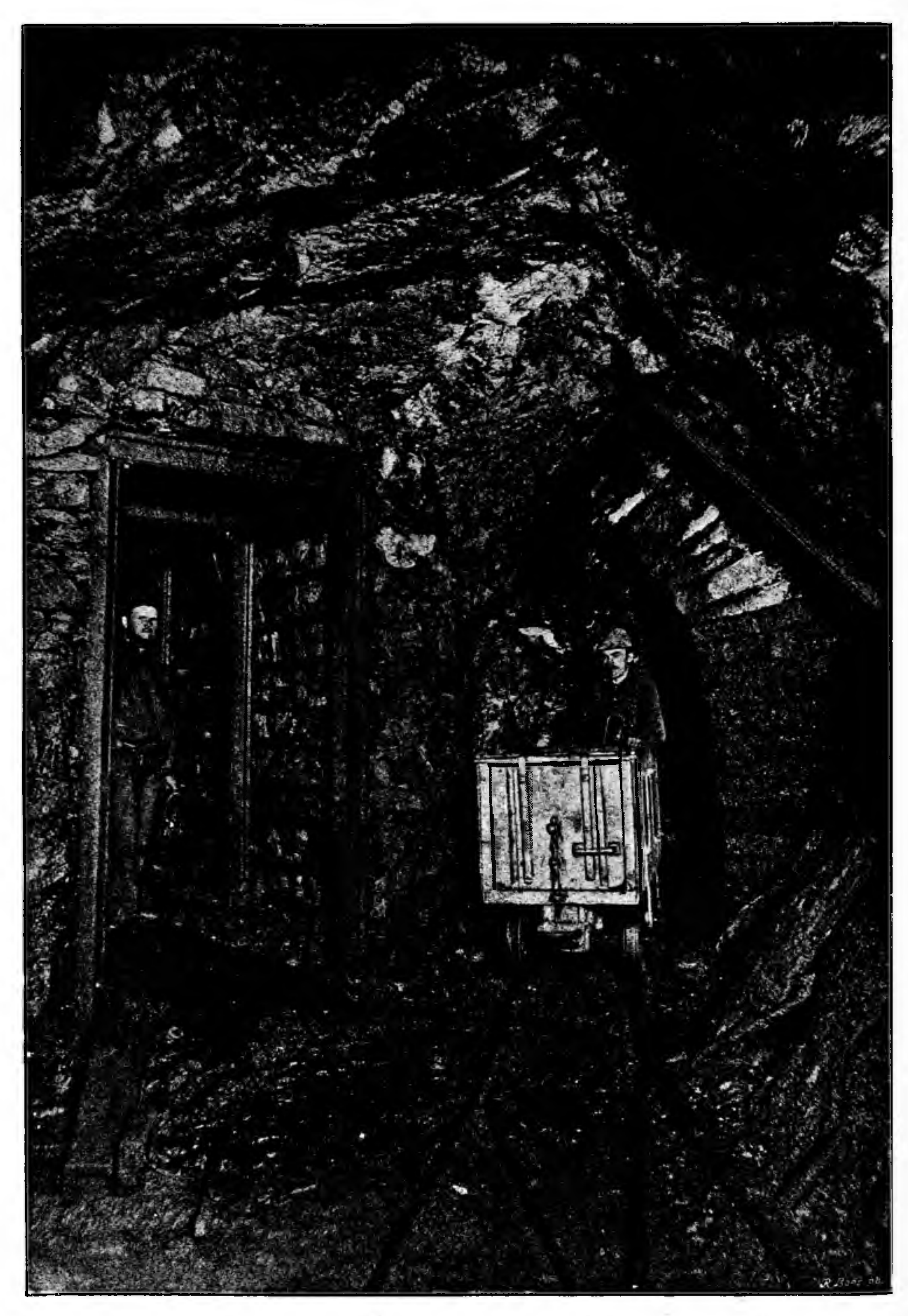
132. **Потолочная крѣпь изъ желѣзныхъ рельсъ.**

Закрѣпленіе одной изъ стѣнъ штрека сухой кладкой изъ большихъ кусковъ по-

133. **Сухая кладка стѣны штрека.**
По Бёрнеру, „Der Erzbergmann in seinem Beruf."

роды показано на фиг. 133, гдѣ на переднемъ планѣ видѣнъ рабочій, отесывающій камни помощью кирки и молота.

На правой сторонѣ фиг. 134 показано крѣпленіе одного изъ боковъ и кровли штрека помощью такъ называемаго половинчатаго свода, выложеннаго изъ камвя. На лѣвой сторонѣ той же фигуры представленъ встрѣчающійся, сравнительно рѣдко, случай крѣпленія дверными окладами, составленными



134. **Крѣпленіе штрека камнемъ и желѣзомъ.**
По Бёрнеру, „Der Erzbergmann in seinem Beruf“. Изданіе фирмы Грацъ и Герлахъ во Фрейбергѣ.

изъ кусковъ рельсъ. На фиг. 135 представлено крѣпленіе наклоннаго штрека полными дверными окладами, состоящими изъ деревянныхъ стоекъ и переклада случай крѣпленія, часто встрѣчающійся въ каменноугольныхъ рудникахъ. При сильномъ давленіи съ кровли желѣзнымъ перекладамъ придаютъ форму свода, подобно тому, какъ это представлено на фиг. 136, причемъ кровлю выработки въ случаѣ породъ трещиноватыхъ забираютъ жердями или досками. Если давленіе имѣется со всѣхъ сторонъ, то крѣпь устраиваютъ въ формѣ замкнутаго свода, состоящаго (см. фиг. 137) изъ двухъ частей, соединенныхъ накладками и заклепками. На крѣпь кладется настилка изъ толстыхъ жердей (накатника), промежутокъ между которой и стѣнами выработки закладывается породой. Въ породахъ сыпучихъ штреки при ихъ проводкѣ крѣпятся временно деревянными дверными окладами. Впослѣдствіи внутри этихъ окладовъ кладутъ по лекалу кирпичный сводъ эллиптической формы (фиг. 138), послѣ чего стараются извлечь по возможности всю старую деревянную крѣпь и закладываютъ весь промежутокъ между стѣнами выработки и сводомъ болѣе крупными кусками породы. Нижніе уступы свода служатъ для укладки распорокъ, на которыя кладутся рельсы и доски, образующіе помостъ для лошадей и рабочихъ. Пространство подъ помостомъ служитъ русломъ для рудничныхъ водъ.



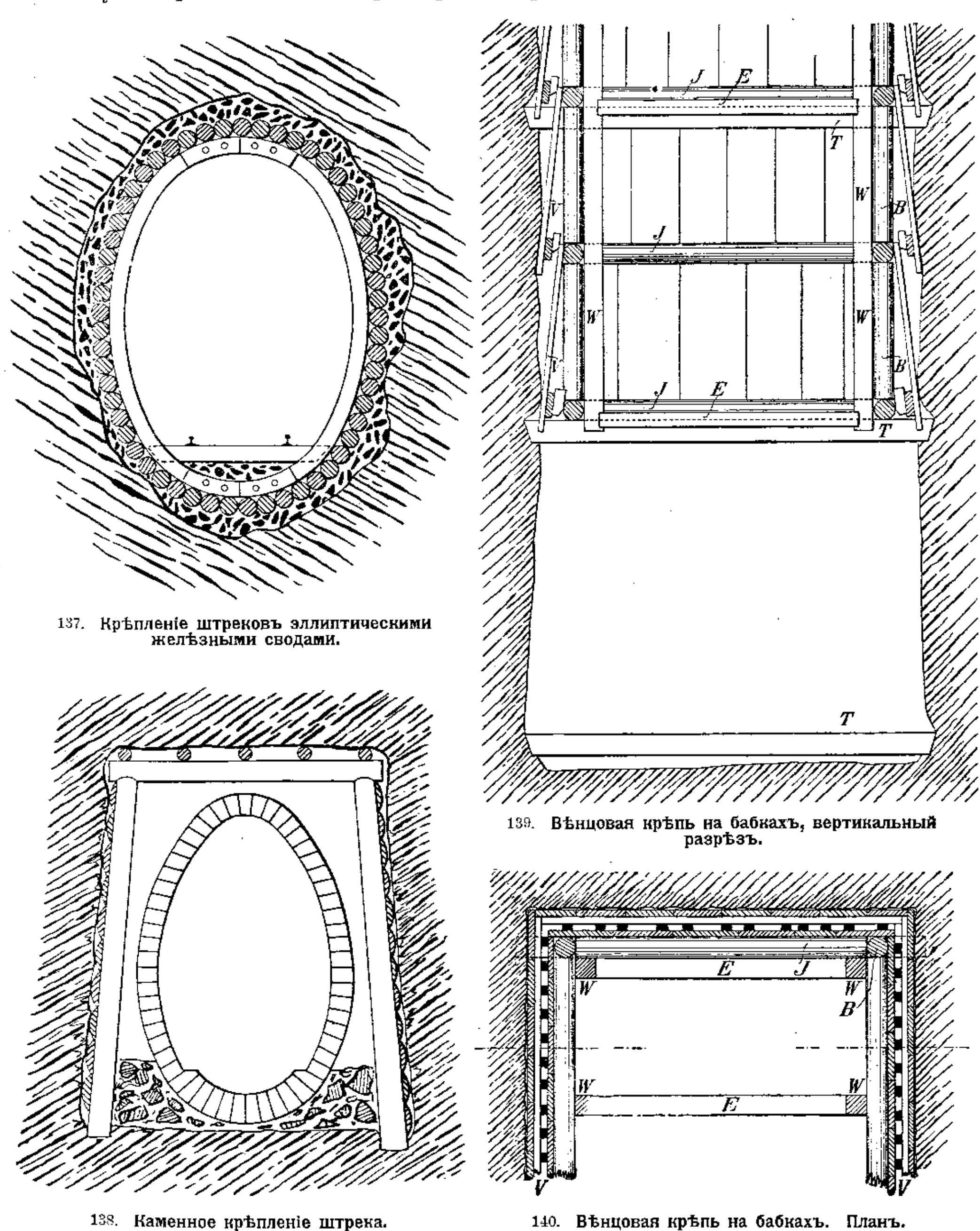
135. Крѣпленіе дверными окладами рудничнаго двора.
По Бернеру, „Der Kohlenbergmann in seinem Beruf.“

Крѣпленіе шахтъ приближается по своей формѣ къ крѣпленію штрековъ и другихъ штольнообразныхъ выработокъ. Шахты прямоугольнаго поперечнаго сѣченія крѣпятся вѣнцами і фиг. 139 и 140. Нижній вѣнецъ покоится на особыхъ перекладахъ f, концы которыхъ входятъ въ гнѣзда, сдѣланныя въ породѣ; на этотъ вѣнецъ кладутъ стойки, или бабки B, на нихъ второй вѣнецъ и такъ продолжаютъ далѣе; пока не дойдутъ до поверхности или до вышележащаго основного переклада, поддерживающаго верхнее звено крѣпи. Чтобы не могло произойти сдвиженія нѣкоторыхъ вѣнцовъ, вдоль всей крѣпи



136. **Откаточный штрекъ закрѣпленный желѣзомъ.**
По Бёрнеру, „Erzbergmann in seinem Beruf.“

въ углахъ и по срединѣ длинныхъ сторонъ прокладываютъ вандруты W, между которыми загоняютъ распорки S; распорки впослѣдствіи обшиваются



137. Крѣпленіе штрековъ эллиптическими желѣзными сводами.

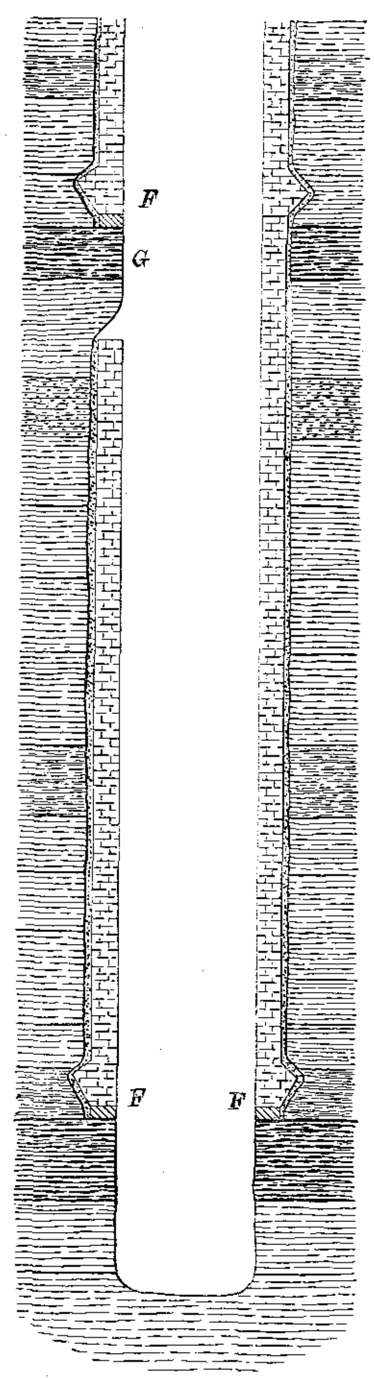
139. Вѣнцовая крѣпь на бабкахъ, вертикальный разрѣзъ.

138. Каменное крѣпленіе штрека.

140. Вѣнцовая крѣпь на бабкахъ. Планъ.

досками и служатъ перегородками для различныхъ отдѣленій шахты. Бока крѣпи забираются сплошнымъ рядомъ досокъ v, и остающееся пространство между ними и боками шахты закладывается породой.

Описанный способъ крѣпленія называется вѣнцовой крѣпью на стойкахъ



141. **Каменное крѣпленіе шахтъ звеньями.**

или на бабкахъ. Если давленіе породы, по которой проведена шахта, очень велико, то вѣнцы кладутся непосредственно другъ на друга и крѣпь получаетъ названіе сплошной срубовой крѣпи.

Шахты круглаго поперечнаго сѣченія крѣпятся точно такъ же, какъ и шахты прямоугольнаго сѣченія съ тою лишь разницею, что вмѣсто вѣнцовъ здѣсь примѣняются кольца, сдѣланныя изъ дерева или желѣза U образной формы. Крѣпленіе шахтъ желѣзомъ получило въ послѣднее время значительное развитіе и теперь мы имѣемъ шахты, въ которыхъ не только вся крѣпь, но и всѣ распорки лѣстницы, направляющія для клѣтей сдѣланы изъ желѣза.

Если шахту желаютъ крѣпить камнемъ, то ее обыкновенно углубляютъ до пласта болѣе твердой и прочной породы, закрѣпляя временной деревянной или желѣзной крѣпью. Въ твердой породѣ, способной выдержать вѣсъ всей вышележащей крѣпи, дѣлаютъ уступъ, тщательно выравнивая его по ватерпасу и на немъ возводятъ сначала болѣе широкое основаніе крѣпи, а затѣмъ уже и самую крѣпь съ нормальной толщиной стѣнокъ. По мѣрѣ возведенія постоянной каменной крѣпи временную крѣпь убираютъ и промежутокъ между каменной крѣпью и стѣнками шахты закладываютъ породой, или заливаютъ цементомъ.

Если шахта крѣпится нѣсколькими звеньями, то, приближаясь нижнимъ звеномъ къ основанію вышележащаго звена, постепенно по частямъ вынимаютъ подъ нимъ уступъ и подводятъ кладку нижняго звена.

Всѣ до сихъ поръ описанные случаи крѣпленія предполагаютъ, что окружающія породы по крайней мѣрѣ настолько прочны, что въ нихъ можетъ быть пройдена хотя небольшая часть выработки, которая вслѣдъ затѣмъ и закрѣпляется.

Въ породахъ сыпучихъ, каковыми являются, напримѣръ, песокъ, галька и др. нельзя пройти выработки, предварительно не закрѣпивъ ея, здѣсь порядокъ долженъ быть обратный, т. е. крѣпленіе выработки должно предшествовать ея проведенію, причемъ является необходимымъ вести такъ называемую забивную крѣпь.

Забивная шахтная крѣпь послѣ своего окончанія вполнѣ сходна съ обыкновенною вѣнцовою крѣпью на бабкахъ (см. фиг. 139 и 140) и отличается отъ нея лишь порядкомъ работы при ея возведеніи. Сначала въ почву выработки загоняютъ забивныя доски v, для чего переднія кромки ихъ дѣлаются острыми.

Далѣе въ ограниченномъ этими досками пространствѣ, имѣющемъ видъ усѣченной пирамиды, выбираютъ породу, устанавливаютъ вѣнецъ, временно распирая доски клиньями, вынимая которыя, загоняютъ второй рядъ досокъ и такимъ образомъ продолжаютъ углубленіе шахты дальше.

Кромѣ всѣхъ упомянутыхъ родовъ крѣпленія шахтъ приходится иногда крѣпить шахты водонепроницаемою крѣпью, устройство которой будетъ изложено въ главѣ объ освобожденіи рудниковъ отъ воды.

Доставка добытаго матеріала отъ забоя.

Добытый въ забоѣ матеріалъ доставляется изъ отдѣльныхъ забоевъ къ главному откаточному штреку, по которому онъ обыкновенно въ сосудахъ большей вмѣстимости доставляется къ шахтѣ и по этой послѣдней поднимается на дневную поверхность. На поверхности онъ доставляется въ тѣхъ же сосудахъ къ нагрузочной платформѣ, гдѣ уже грузится въ вагоны желѣзныхъ дорогъ.

Необходимые для правильнаго веденія рудничнаго хозяйства матеріалы какъ то дерево, кирпичъ, рельсы и др. поступаютъ къ шахтѣ, спускаются по ней до горизонта главнаго откаточнаго штрека и доставляются по этому послѣднему и другимъ выработкамъ къ забою, двигаясь такимъ образомъ обратно направленію движенія добытаго матеріала.

Отъ положенія забоевъ относительно главнаго откаточнаго штрека зависитъ способъ передвиженія добытаго матеріала по этой *первой части его пути*. Обыкновенно забои располагаются выше горизонта штрека и добытый въ нихъ матеріалъ с п у с к а е т с я отъ забоевъ къ главному откаточному штреку. При разработкѣ круто падающихъ мѣсторожденій и мѣсторожденій неправильной формы, добытый матеріалъ спускается прямо по особымъ шахтообразнымъ выработкамъ, называемымъ скатами, въ главный откаточный штрекъ и здѣсь уже нагружается въ вагоны, въ которыхъ онъ доставляется по штреку къ *шахтѣ*. *При разработкѣ полого* падающихъ мѣсторожденій средней мощности, каковыми является большинство разрабатываемыхъ пластовъ каменнаго угля, вагоны подводятся почти къ самому забою выработки и доставка угля производится въ однихъ и тѣхъ же сосудахъ безъ всякой перегрузки. При уклонахъ свыше 3° спускъ груженыхъ вагоновъ, или подъемъ ихъ отъ забоя къ главному откаточному штреку производится помощью бремсберговъ или воротковъ.

Въ обоихъ случаяхъ вагонъ привязывается къ канату, другой конецъ котораго наматывается на валъ. Если вагонъ спускается, то для регулированія скорости спуска валъ снабжается тормазомъ. Если же вагонъ поднимается, то валъ получаетъ вращеніе отъ машины, дѣйствующей сжатымъ воздухомъ. Выработка, по которой производится спускъ груженыхъ вагоновъ, называется бремсбергомъ.

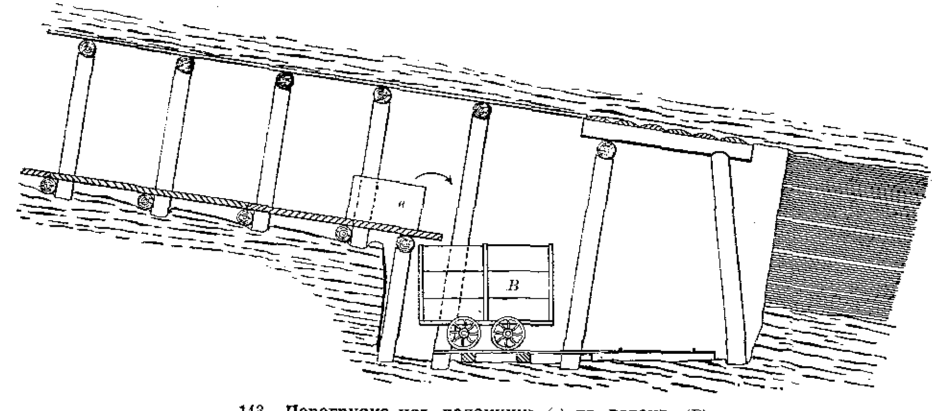
При большомъ количествѣ добычи представляется полезнымъ дѣлать бремсберги двудѣйствующими. Съ этою цѣлью на общій валъ навиваются по двумъ противуположнымъ направленіямъ два каната, изъ которыхъ одинъ идетъ къ груженому, а другой къ пустому вагону. При дѣйствіи бремсберга поднимается пустой и опускается груженый вагонъ. Такъ же точно устраиваются и двудѣйствующіе вороты, для одновременнаго спуска пустого и подъема груженаго вагоновъ. Одинъ изъ такихъ воротовъ показанъ на фиг. 142. Воротъ приводится въ движеніе машиной, дѣйствующей сжатымъ воздухомъ. На рисункѣ представленъ поднятый воротомъ груженый вагонъ.

При разработкѣ мѣсторожденій пологопадающихъ, незначительной мощности, доставка въ вагонъ отъ забоя къ главному откаточному штреку представляется невозможной, вслѣдствіе малой высоты выработокъ, по которымъ

производится доставка. Въ такихъ случаяхъ доставка въ вагонахъ производится только по главному откаточному штреку.

Для доставки же по второстепеннымъ выработкамъ отъ забоя къ главному откаточному штреку примѣняются **волокуши**, прочные деревянные

142. **Двудѣйствующій воротъ.** Съ фотографіи Бёрнера.



143. **Перегрузка изъ волокуши** *(в)* **въ вагонъ** *(В)*.

ящики съ полозьями, обтянутыми полосовымъ желѣзомъ, которые рабочій тащитъ на короткой цѣпи по досчатому помосту выработки. На фиг. 143 представлена такая волокуша передъ перегрузкой содержащагося въ ней матеріала въ подставленный подъ нее вагонъ. Доставка по узкимъ сильно извилистымъ выработкамъ производится весьма удобно въ такъ называемыхъ венгерскихъ собакахъ (фиг. 144), ходъ которыхъ состоитъ изъ двухъ паръ колесъ разнаго діаметра. Колеса безъ закраинъ и катятся по деревяннымъ

доскамъ; собака подталкивается рабочими сзади пары малыхъ колесъ, что сообщаетъ сосуду легкую подвижность и возможность слѣдовать за всѣми изгибами выработки.

Наконецъ, при разработкѣ мѣсторожденій благородныхъ металловъ, до сихъ поръ встрѣчается въ мѣстахъ, гдѣ заработная плата низка, наиболѣе примитивный способъ доставки, — переноска руды въ особыхъ кожаныхъ мѣшкахъ.

Для доставки матеріала по главнымъ откаточнымъ штрекамъ во всѣхъ почти рудникахъ со сколько нибудь развитою добычею примѣняется откатка его въ вагонахъ нѣмецкаго типа, движущихся по рельсамъ. Ко-



144. **Откатчикъ съ венгерской собакой.** Статуэтка проф. Хейхлера.

145. ***Лошадиная конюшня въ рудникѣ.*** Съ фотографіи Бёрнера.

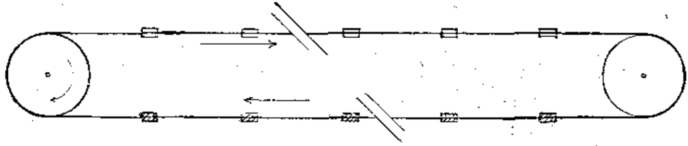
лесный ходъ этихъ вагоновъ, изображеніе которыхъ имѣется на многихъ изъ прилагаемыхъ здѣсь рисунковъ, состоитъ изъ двухъ паръ колесъ равнаго діаметра, снабженныхъ закраинами для движенія по рельсамъ. Полезный, не считая тары, грузъ каждаго вагона доходитъ до 5 двойныхъ центнеровъ, что соотвѣтствуетъ вмѣстимости въ 7 гектолитровъ для угля и 4 — 5 гектолит-

ровъ для рудъ. Одинъ откатчикъ можетъ везти за разъ два такихъ вагона, причемъ длина пути не должна быть слишкомъ большой.

При откаткѣ на большія разстоянія составляютъ поѣзда до 10 и болѣе вагоновъ въ каждомъ и перевозятъ ихъ лошадьми. Лошади весьма быстро свыкаются съ работой въ рудникѣ; онѣ пріучаются опускать голову въ болѣе низкихъ мѣстахъ, отлично знаютъ мѣста, гдѣ составляются и расцѣпляются поѣзда и возятъ такъ же хорошо, какъ и на поверхности. На нѣкоторыхъ рудникахъ для лошадей устроены особыя стойла и онѣ остаются въ рудникѣ до тѣхъ поръ, пока онѣ еще способны къ работѣ. На другихъ лошади каждый день спускаются въ рудникъ и поднимаются изъ него въ клѣтяхъ.

146. Канатная доставка въ рудникѣ Леопольдсгалле.

За послѣднія 15 — 20 лѣтъ для рудничной откатки начали примѣнять локомотивы, дѣйствующіе электричествомъ или сжатымъ воздухомъ, причемъ въ послѣднемъ случаѣ запасъ сжатаго воздуха, необходимаго для дѣйствія локомотива, пополняется на соотвѣтствующихъ станціяхъ.



147. Принципъ устройства откатки безконечнымъ канатомъ.

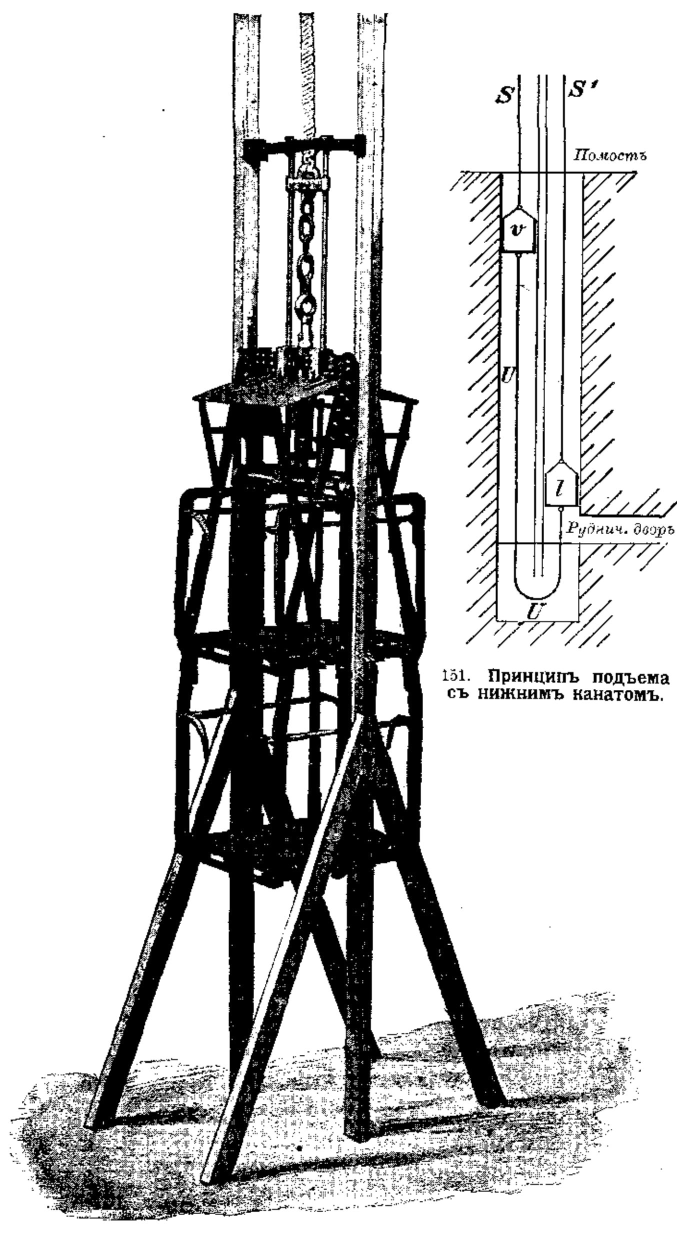
Локомотивъ доставляетъ за разъ примѣрно столько же вагоновъ, сколько и лошадь, но скорость движенія здѣсь доходитъ до 3 метр. въ 1″, тогда какъ скорость откатки лошадями составляетъ, примѣрно, 1 метръ въ секунду.

Большую производительность даетъ машинная откатка помощью каната или цѣпи. Изъ различныхъ способовъ машинной откатки пользуется наибольшимъ распространеніемъ способъ откатки помощью безконечнаго каната (фиг. 147), обмотаннаго вокругъ двухъ шкивовъ, изъ которыхъ одинъ при-

148. **Конный воротъ шахты „Daniel“ въ рудныхъ горахъ.**
По эскизу Олафа Винклера.

149. **Желѣзный шатеръ для канатныхъ шкивовъ.**
По модели, сдѣланной въ мастерской Фрейбергской академіи.

водится во вращеніе постоянной паровой машиной. Вагоны сцѣпляются съ канатомъ особой вилкой и движутся груженые по одной парѣ рельсовыхъ путей по направленію къ шахтѣ, а пустые по другой парѣ въ обратномъ направленіи. Разстояніе между отдѣльными вагонами дѣлается такимъ, чтобы канатъ свободно висѣлъ между ними и не касался почвы выработки. При такомъ положеніи канатъ наименѣе портится и оказываетъ наименьшее сопротивленіе движенію. Лишь въ рѣдкихъ случаяхъ канатъ спускается до почвы выработки и тогда въ ней устраиваются ролики для направленія движенія каната. На фиг. 146 представлена откатка безконечной цѣпью на разработкѣ калійныхъ солей въ рудникѣ Leopoldshall. Въ послѣднее время впрочемъ этотъ способъ откатки замѣненъ здѣсь проволочной дорогой.



151. **Принципъ подъема съ нижнимъ канатомъ.**

150. **Рудоподъемная клѣть для четырехъ вагоновъ.**

Подъемъ по шахтамъ производится въ настоящее время почти повсемѣстно въ клѣтяхъ, на которыя ставятъ вагоны, служащіе для доставки по главному откаточному штреку, такъ что вагоны эти поднимаются изъ рудника на поверхность безъ перегрузки. Подъемъ производится обыкновенно помощью паровой машины, причемъ онъ дѣлается всегда двудѣйствующимъ, т. е. по шахтѣ одновременно опускается клѣть съ пустыми вагонами и поднимается съ гружеными.

Кое гдѣ встрѣчается еще подъемъ въ бадьяхъ, причемъ матеріалъ претерпѣваетъ двойную перегрузку — изъ вагоновъ въ бадью въ рудникѣ и изъ бадьи въ вагоны на поверхности.

Конный воротъ (фиг. 148) пользовавшійся ранѣе столь большимъ рас-

пространеніемъ, въ настоящее время почти совершенно оставленъ и лишь изрѣдка въ районахъ, гдѣ горное дѣло развито уже давно, можно видѣть сохранившіеся остатки шатровъ для помѣщенія коннаго ворота, въ видѣ колоссальныхъ грибныхъ шляпъ, господствующихъ надъ мѣстностью. Гид-

152. Рудоподъемная машина съ бобинами для ленточнаго каната.

равлическіе двигатели для подъема по шахтамъ вытѣсняются все болѣе и болѣе двигателями паровыми, такъ какъ подъемъ породы играетъ въ настоящее время столь важную роль, что его нельзя ставить въ зависимость отъ случайнаго недостатка рабочей воды.

Такимъ образомъ въ настоящее время паровой подъемъ по шахтамъ получилъ большое распространеніе и самое устройство такого подъема имѣетъ почти повсемѣстно одинаковую форму. Приспособленіе для подъема состоитъ изъ поставленнаго надъ шахтой массивнаго шатра для направляющихъ шкивовъ, подпертаго въ направленіи къ машинѣ двумя желѣзными подпорками. Устройство подъемной машины въ основныхъ чертахъ сходно съ описаннымъ выше устройствомъ ворота и состоитъ изъ двухъ барабановъ, насаженныхъ на общій валъ, который приводится во вращеніе шатуномъ, идущимъ отъ штока горизонтальнаго парового цилиндра. При вращеніи барабановъ свивается одинъ канатъ и навивается другой. Каждый изъ барабановъ можетъ быть сдѣ-



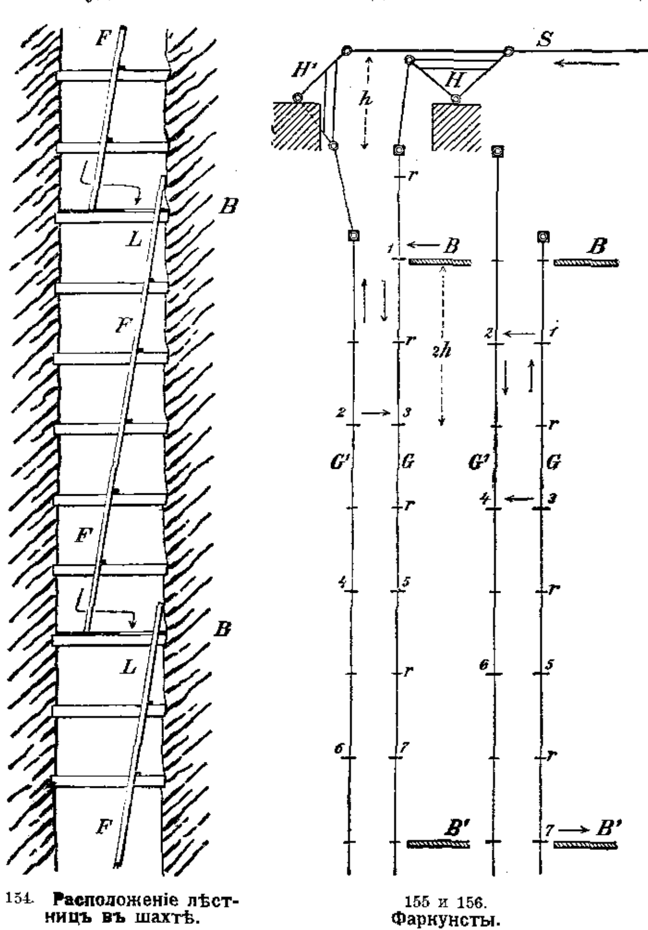
153. Спускъ по бревну.

ланъ холостымъ, дабы имѣть возможность приспособить машину къ подъему съ различныхъ горизонтовъ. Здѣсь же у барабановъ и цилиндровъ помѣщены парораспредѣлительный механизмъ и различныя вспомогательныя и предохранительныя для безопасности подъема устройства (см. фиг. 149 и 152). Скорость подъема клѣтей въ настоящее время доходитъ до 15 — 18 метр. въ секунду. Нагрузка и разгрузка клѣтей производится весьма быстро и подъемъ отличается большою производительностью.

Рудоподъемные канаты дѣлаются въ настоящее время изъ стальныхъ проволокъ и вѣсъ ихъ, при большой глубинѣ шахты, достигаетъ значительной величины.

Такъ какъ далѣе во время одного подъема клѣти вѣсъ каната колеблется отъ ничтожной сравнительно величины — въ то время когда клѣть поднята, до величины весьма большой, когда она опущена, то сопротивленіе, которое приходится преодолѣвать подъемной машинѣ, колеблется въ весьма различныхъ предѣлахъ. Дабы избѣжать этого былъ предложенъ способъ подъема съ такъ называемымъ нижнимъ канатомъ (фиг. 151).

Здѣсь обѣ клѣти связаны внизу канатомъ, перекинутымъ у зумпфа шахты черезъ блокъ; благодаря присутствію этого каната вѣсъ клѣти остается во все время подъема или опусканія послѣдней постояннымъ.



154. **Расположеніе лѣстницъ въ шахтѣ.**

155 и 156. **Фаркунсты.**

Другой способъ уравновѣшенья вѣса каната при подъемѣ и опусканіи клѣти заключается въ примѣненіи ленточныхъ канатовъ и узкихъ барабановъ — бобинъ, гдѣ завитки каната навиваются другъ на друга. При такомъ способѣ навивки малый вѣсъ поднятой клѣти дѣйствуетъ на большое плечо рычага, а большій вѣсъ опущенной клѣти на малое плечо (фиг. 152) и моментъ силы остается во все время подъема и опусканія примѣрно одинаковымъ.

Передвиженіе рабочихъ по выработкамъ.

Передвиженіе рабочихъ по горизонтальнымъ выработкамъ не представляетъ никакихъ затрудненій; въ выработкахъ крутопадающихъ устраиваютъ лѣстницы, или какъ это имѣетъ мѣсто при разработкѣ зинкверками, рабочіе спускаются по бревну (см. фиг. 153), держась одной рукой за натя-

нутый вдоль бревна канатъ. Наибольшія затрудненія встрѣчаетъ подъемъ и спускъ рабочихъ по отвѣснымъ шахтамъ. Самымъ простымъ приспособленіемъ для этой цѣли являются стремянки (фиг. 154) — лѣстницы безъ перилъ, поставленныя подъ угломъ около 70^0 къ горизонту, по которымъ спускаются рабочіе *послѣдовательно* отъ одного полка шахты къ другому, причемъ въ полкахъ сдѣланы лазы L. При значительной глубинѣ шахты подъемъ и спускъ по стремянкамъ сильно утомляетъ рабочихъ, почему и представляется полезнымъ примѣнить какія либо механическія приспособленія для этой цѣли. Изъ такихъ приспособленій пользуются значительнымъ распространіемъ *подвижныя лѣстницы, фаркунсты, изобрѣтенные* въ 1833 году на Гарцѣ.

Фаркунсты (см. фиг. 155 и 156) состоятъ изъ двухъ штангъ, получающихъ помощью шатуна S и крестовинъ H и H^1 качательное движеніе вверхъ и внизъ, величина хода котораго равна h. Крестовины расположены такимъ образомъ, что при движеніи шатуна штанги движутся по противуположнымъ направленіямъ, показаннымъ на фигурѣ стрѣлками. Къ штангамъ прикрѣплены площадки, обозначенныя №№ 1, 2, 3 и т. д. и рукоятки L. Рабочій, спускающійся въ шахту, становится съ помоста B на площадку 1 штанги, начинающей опускаться и вмѣстѣ съ нею опускается на величину хода h (см. фиг. 156). Въ концѣ опусканія противъ площадки 1 правой штанги будетъ находиться площадка 2 лѣвой штанги, на которую переходитъ рабочій и вмѣстѣ съ лѣвою штангой при обратномъ движеніи кривошипа снова опускается на величину h, переходитъ на площадку 3 (фиг. 155) и такимъ образомъ опускается до требуемаго горизонта. Обратно рабочій, желающій подняться, становится съ полка B^1 на площадку 7 (фиг. 156) той штанги, которая начинаетъ подниматься и, поступая подобно предыдущему, поднимается все далѣе кверху. Площадки расположены на разстояніи, равномъ удвоенной высотѣ хода штангъ другъ отъ друга; длина хода дѣлается обыкновенно равной 2 метрамъ, при каждомъ полномъ ходѣ рабочій совершаетъ путь, равный 4 метрамъ; штанги дѣлаютъ около 5 полныхъ ходовъ въ минуту, что даетъ скорость подъема и спуска по фаркунстамъ около 20 метр. въ минуту. Фаркунсты представляютъ то удобство, что рабочій можетъ покинуть фаркунстъ и ступить на него на любомъ горизонтѣ рудника, не мѣшая подъему и спуску другихъ рабочихъ, почему они и получили большое распространеніе въ жильныхъ мѣсторожденіяхъ, разработки которыхъ разбросаны на многихъ горизонтахъ.

Въ каменноугольныхъ рудникахъ, гдѣ работы ведутся одновременно на небольшомъ числѣ горизонтовъ, предпочитаютъ производить подъемъ и спускъ рабочихъ въ клѣтяхъ (фиг. 157). Для безопасности рабочихъ на случай разрыва каната клѣти снабжаются парашютами, которые, захватывая своими лапами за направляющія клѣти, постепенно останавливаютъ послѣднюю, если клѣть, вслѣдствіе разрыва каната или какой либо другой случайности, оторвется отъ каната. Захватъ направляющихъ лапами парашютовъ обусловливается упругостью пружинъ, которыя при нормальномъ положеніи клѣти, когда она виситъ на канатѣ, сжаты тяжестью самой клѣти. Если же клѣть отдѣлится отъ каната, пружины вслѣдствіе своей упругости разжимаются и обусловливаютъ захватъ направляющихъ лапами парашюта. Однимъ изъ лучшихъ устройствъ этого рода служитъ парашютъ системы Мюнцера, лапы котораго состоятъ изъ нѣсколькихъ параллельныхъ ножей, которые при разрывѣ каната внѣдряются въ направляющія клѣти и останавливаютъ ее постепенно безъ толчковъ.

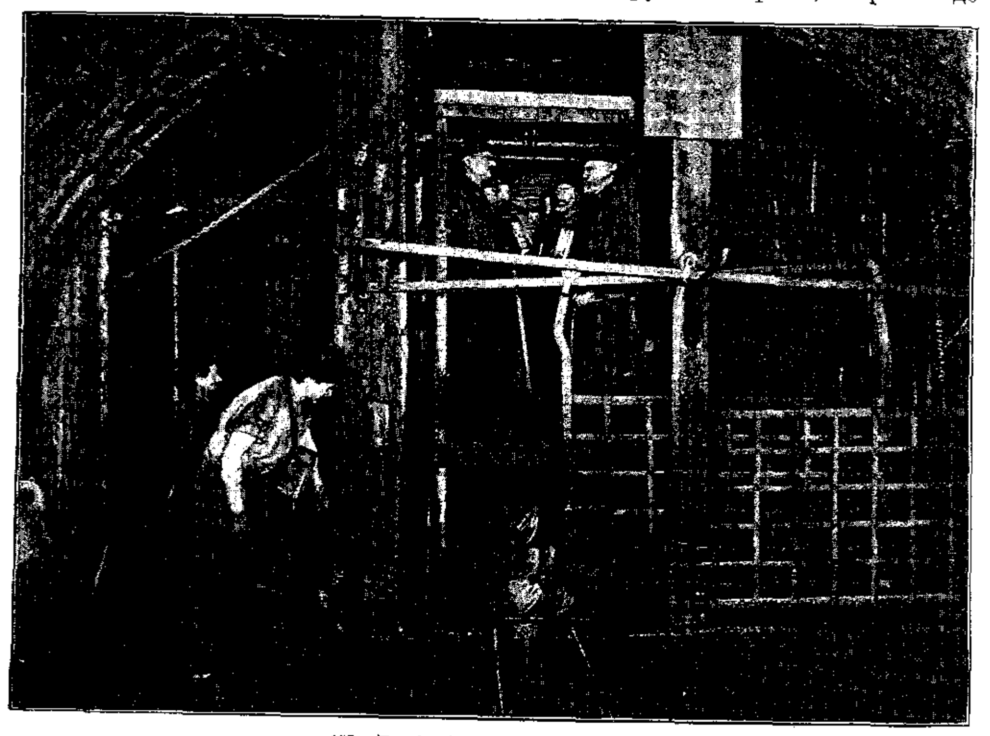
На эту постепенность остановка клѣти парашютами должно быть обращено тщательное вниманіе при устройствѣ послѣднихъ, такъ какъ внезапные толчки, при быстрой остановкѣ клѣти, могутъ принести большой вредъ находящимся въ ней рабочимъ.

Парашюты часто портятся, а потому необходимо тщательно слѣдить

за исправнымъ ихъ дѣйствіемъ, дѣлая время отъ времени пробы съ разрывомъ каната.

Освобожденіе рудниковъ отъ воды.

Вода играетъ большую роль при эксплуатаціи рудниковъ. Помимо того, что отводъ накопляющейся въ рудникахъ воды требуетъ часто большихъ расходовъ и усилій — многіе металлическіе рудники потребляютъ значительное количество воды для дѣйствія различныхъ гидравлическихъ машинъ и обогатительныхъ устройствъ. Для этихъ рудниковъ, каковыми являются, напримѣръ, старинные рудники Гарца и руднаго кряжа, играетъ до



157. Прибытіе къ рудному двору.
По Бёрнеру, „Der Kohlenbergmann in seinem Berufe".

настоящаго времени большую роль вопросъ о снабженіи ихъ достаточнымъ количествомъ рабочей воды, почему въ нихъ и теперь еще тщательно поддерживаются различныя сооруженія, предназначенныя для этой цѣли. За послѣднее время значеніе гидравлическихъ двигателей даже возрасло, такъ какъ, превращая энергію этихъ двигателей въ электрическую, мы можемъ съ удобствомъ и ничтожной, сравнительно, потерей передавать ее на весьма большія разстоянія. Къ этому слѣдуетъ еще прибавить, что значительныя издержки на вознагражденіе владѣльцевъ поверхности за источники, которые могли изсякнуть вслѣдствіе дренирующаго вліянія, оказываемаго горными выработками на поверхность земли, за пониженіе уровня воды въ нихъ и другихъ естественныхъ и искусственныхъ водохранилищахъ, за порчу воды источниковъ и другой вредъ, наносимый разработками владѣльцу поверхности, заставляютъ весьма внимательно относиться къ этой отрасли рудничнаго хозяйства. Обращаясь собственно къ освобожденію рудниковъ отъ воды, замѣтимъ, прежде всего, что для естественнаго стока водъ проводятся, какъ

это уже было указано выше, особыя водоотливныя штольни, достигающія при благопріятныхъ условіяхъ рельефа мѣстности значительной длины и способныя при этихъ условіяхъ осушить рудникъ на большую глубину. Тѣ же штольни облегчаютъ осушеніе рудниковъ и на болѣе глубокихъ горизонтахъ, такъ при этомъ приходится поднимать воду только до горизонта штольни, по которой она уже спускается въ долину самотекомъ.

Кромѣ водоотливныхъ штоленъ, большую роль въ дѣлѣ освобожденія рудниковъ отъ воды играетъ устройство водонепроницаемыхъ перемычекъ и таковото же крѣпленія различныхъ выработокъ съ цѣлью предохранить рудникъ или отдѣльныя части его отъ проникновенія въ нихъ водъ съ поверхности или изъ водосодержащихъ породъ, пройденныхъ этими выработками. При устройствѣ всякихъ водонепроницаемыхъ сооруженій необходимо имѣть въ виду во 1) полную водонепроницаемость отдѣльныхъ частей сооруженія и во 2) водонепроницаемое соединеніе всего сооруженія съ породою, не пропускающею воды. Водонепроницаемыя перемычки и крѣпи дѣлаются изъ дерева, желѣза, или чугуна и камня. Въ первомъ случаѣ сооруженія возводятся изъ отдѣльныхъ брусьевъ, тщательно пригнанныхъ другъ къ другу и приготовленныхъ изъ сухого дерева. По окончаніи сооруженія швы расклиниваются тонкими клиньями изъ твердаго дерева, загоняемыми въ нихъ и другъ въ друга помощью молота и стамески, чѣмъ и достигается водонепроницаемость швовъ.

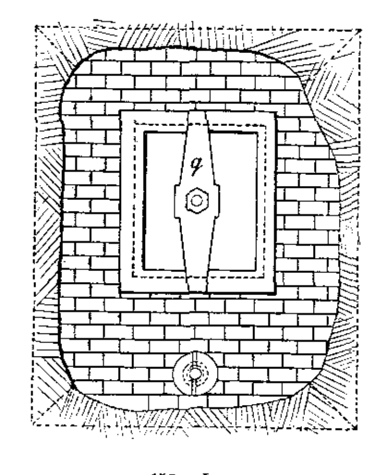
Водонепроницаемая желѣзная крѣпь составляется изъ отдѣльныхъ сегментовъ, связанныхъ между собою толстыми болтами. Флянцы сегментовъ обтачиваются и тщательно пригоняются другъ къ другу, надлежащая же водонепроницаемость швовъ достигается или заклиниваньемъ ихъ, подобно тому, какъ это дѣлается при деревянной крѣпи, или прокладкою въ нихъ свинцовыхъ листовъ. Соединеніе съ водонепроницаемой породой достигается въ шахтной крѣпи помощью особыхъ заклиненныхъ вѣнцовъ, причемъ въ породѣ дѣлаются уступы съ гладкими ровными стѣнками и промежутокъ между стѣнками уступа и вѣнцомъ тщательно заклинивается. При возведеніи водонепроницаемой каменной крѣпи кладку ведутъ изъ лучшаго кирпича на гидравлическомъ цементѣ и, какъ при устройствѣ другихъ водонепроницаемыхъ сооруженій, на время кладки отводятъ воду. По затвердѣніи кладки, даютъ водѣ свободный къ ней доступъ, отчего она вначалѣ пропускаетъ черезъ себя немного воды; впослѣдствіи же образующіеся при дѣйствіи воды на цементъ силикаты извести выполняютъ всѣ поры швовъ и дѣлаютъ кладку водонепроницаемой.

Въ качествѣ примѣра водонепроницаемыхъ перемычекъ мы приводимъ представленную на фиг. 158 и 159 водонепроницаемую перемычку изъ кирпича съ лазомъ для прохода рабочихъ, часто примѣняемую для предохраненія отъ воды подземныхъ машинныхъ камеръ. Бока, почва и кровля штрека обдѣланы въ видѣ уступовъ, составляющихъ вмѣстѣ усѣченную четырехгранную пирамиду. Въ кладку перемычки вложены внизу узкая водоотводная труба w, а по срединѣ широкая чугунная рама r, служащая лазомъ для рабочихъ. Водоотводная труба закрывается краномъ, а лазъ крышкой t, которая стержнемъ z, поперечиной g и гайкой прижимается къ рамѣ. Подобныя перемычки могутъ быть сдѣланы любой толщины, въ зависимости отъ давленія на нихъ воды. Въ перемычкахъ, сдѣланныхъ въ откаточныхъ штрекахъ, устраиваются надлежащихъ размѣровъ двери. По водоотводной трубѣ можно по желанію спустить часть воды за перемычкой къ водоподъемнымъ машинамъ и такимъ образомъ регулировать горизонтъ стоянія воды за нею, если только мы имѣемъ дѣло съ временнымъ, а не съ постояннымъ притокомъ воды къ перемычкѣ.

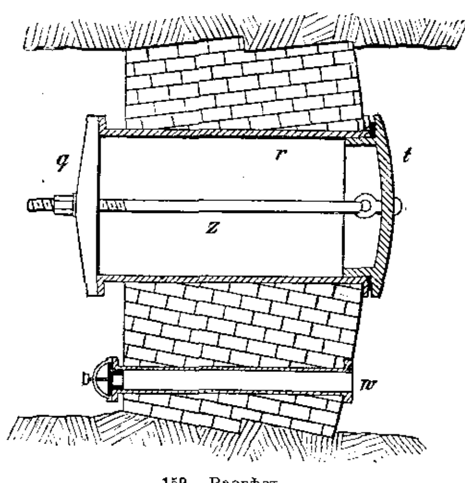
Водонепроницаемое крѣпленіе возводится чаще всего въ шахтахъ и

имѣетъ цѣлью предохранить рудникъ отъ притока воды изъ водосодержащихъ пластовъ, пройденныхъ шахтою въ висячемъ боку мѣсторожденія. Возведеніе водонепроницаемой крѣпи не представляетъ особыхъ затрудненій въ томъ случаѣ, когда притокъ воды въ шахту относительно невеликъ и насосами можно откачать воду. Въ этомъ случаѣ забой шахты остается доступнымъ для рабочихъ и возведеніе водонепроницаемой крѣпи производится такъ же, какъ и обыкновенной крѣпи, соблюдая указанныя въ началѣ настоящей статьи предосторожности относительно водонепроницаемости крѣпи.

Гораздо болѣе затруднительными являются углубка шахты и возведеніе крѣпи въ томъ случаѣ, когда притокъ воды настолько значителенъ, что откачать ее насосами невозможно, или когда шахту приходится вести въ плывунѣ (мелкій песокъ, сильно пропитанный водою). Случай провода шахтъ въ устойчивыхъ породахъ, содержащихъ большое количество воды, часто встрѣ-



158. Фасадъ.



159. Разрѣзъ.

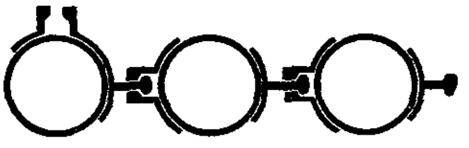
158 и 159. **Каменная водонепроницаемая задѣлка.**

чается при разработкѣ каменноугольныхъ рудниковъ Вестфальскаго бассейна, а случай углубленія шахтъ въ плывунѣ не представляетъ никакой рѣдкости при разработкѣ пластовъ бураго угля и подземной разработкѣ въ нѣкоторыхъ золотоносныхъ розсыпяхъ.

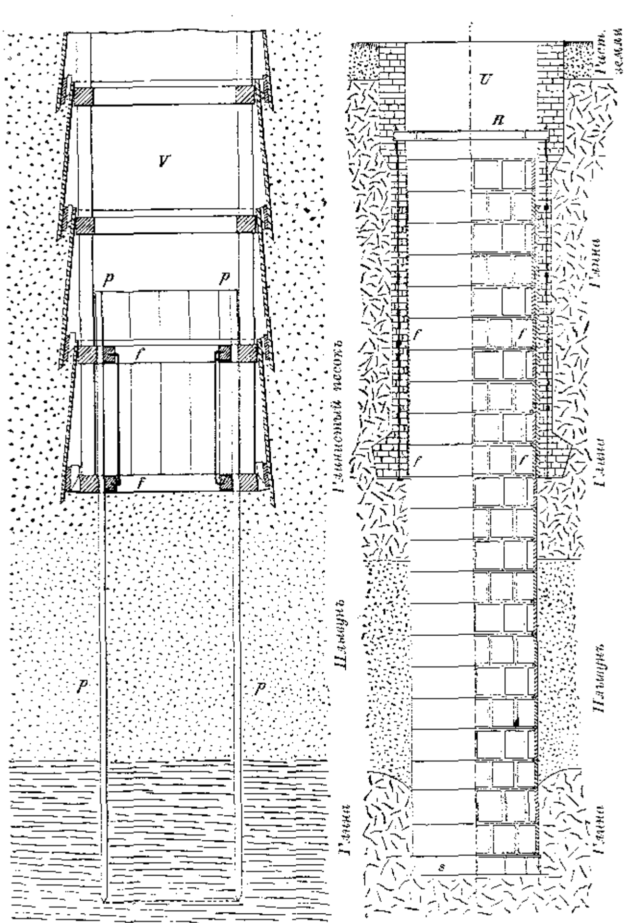
Вся трудность работы въ обоихъ случаяхъ заключается въ томъ, что забой шахты остается недоступнымъ для рабочихъ, безъ какихъ либо вспомогательныхъ приспособленій, во все время проведенія шахты, причемъ во второмъ случаѣ, какъ и при прохожденіи шахты въ породахъ сыпучихъ, крѣпленіе должно предшествовать ея углубленію.

Въ породахъ твердыхъ съ большимъ притокомъ воды шахты проводятся буреніемъ по способу, предложенному извѣстнымъ германскимъ буровщикомъ Киндомъ и бельгійскимъ инженеромъ Шадрономъ въ 1855 году. Самое проведеніе шахты производится ударнымъ буреніемъ, подобно тому, какъ это описано въ главѣ о буреніи, съ тою лишь разницею, что здѣсь примѣняется сложный буръ Кинда, дозволяющій бурить шахты до 4 — 5 метр. въ діаметрѣ, причемъ, сообразно съ размѣрами прибора, вѣсъ котораго доходитъ до 14 000 — 15 000 клгр., всѣ части бурового станка, снаряда и всѣ вспомогательныя устройства должны быть весьма прочной конструкціи. Буровая шахта начинается обыкновенно не прямо съ поверхности, а на небольшомъ разстояніи отъ толщи водосодержащихъ породъ, до этого же мѣста проводятъ и закрѣпляютъ обык-

новеннымъ способомъ такъ называемую передовую шахту, нѣсколько большихъ противъ предполагаемой буровой шахты размѣровъ. Когда буреніемъ будетъ пройдена вся толща водосодержащихъ породъ и дойдутъ до водонепроницаемаго пласта, способнаго служить основаніемъ для вышележащаго звена крѣпи, буреніе пріостанавливаютъ и приступаютъ къ крѣпленію, или, какъ говорятъ, кювеляціи шахты. Крѣпь состоитъ изъ отдѣльныхъ колецъ, свинчиваемыхъ между собою болтами; швы между кольцами снабжены для водонепроницаемости свинцовою прокладкой. Вся крѣпь опускается въ шахту на желѣзныхъ штангахъ, причемъ по мѣрѣ опусканія она наращивается сверху новыми кольцами. Опусканіе крѣпи сдѣлалось возможнымъ лишь съ примѣненіемъ, такъ называемой, уравновѣшивающей трубы, введеніе которой и составляетъ собственно заслугу Шадрона. Въ одномъ изъ нижнихъ колецъ крѣпи устраивается чугунная перегородка съ отверстіемъ по срединѣ, къ которому придѣлана уравновѣшивающая труба; черезъ эту трубу въ верхнюю часть крѣпи наливается вода, давленіе которой уравновѣшиваетъ давленіе воды снизу и крѣпь опускается.


160. **Сваи изъ желѣзныхъ трубъ системы Гаазе, для забивной шахтной крѣпи.**

Когда такимъ образомъ крѣпь достигнетъ дна шахты, ей даютъ осѣсть заливаютъ бетономъ промежутокъ между стѣнками крѣпи и шахты и по затвердѣніи послѣдняго откачиваютъ изъ шахты воду. Послѣ этого убираютъ трубу, снимаютъ перегородку въ крѣпи и подводятъ подъ ея основаніе еще нѣсколько заклиненныхъ колецъ, дабы обезпечить водонепроницаемость крѣпи.



161. **Забивная шахтная крѣпь.**

162. **Желѣзная опускная крѣпь.**

Въ породахъ плывучихъ шахты проводятся и крѣпятся лишь помощью водонепроницаемой забивной (свайной) крѣпи — при незначительной мощности плывучихъ породъ, или — при значительной мощности послѣднихъ — помощью опускной крѣпи и по способу Poetsch'a.

Забивная свайная крѣпь вполнѣ пригодна для прохожденія плывучихъ

породъ до 6—8 метр. мощности и состоитъ (см. фиг. 161) изъ отдѣльныхъ кольевъ (свай) p, соединенныхъ между собою въ шпунтъ и загоняемыхъ въ породу ударами сверху, причемъ для отвѣснаго направленія свай въ передовой шахтѣ V, немного не доходящей до плывуна, сдѣланы направляющіе вѣнцы f. Колья загоняются до слѣдующаго водонепроницаемаго слоя и внѣдряются въ него. Такимъ образомъ внутри шахты получается пространство съ весьма небольшимъ притокомъ воды, просачивающейся черезъ шпунтовый рядъ свай, послѣ чего песокъ можетъ быть вынутъ; внутри крѣпи кладутся вѣнцы и распорки, увеличивающія ея прочность и углубляютъ шахту дальше обыкновеннымъ способомъ.

Г. Haase улучшилъ данный способъ крѣпленія, замѣнивъ сваи пустотѣлыми чугунными трубами (фиг. 160), снабженными сбоку особыми придатками, помощью которыхъ отдѣльныя трубы соединяются другъ съ другомъ, подобно шпунтовому ряду свай. Благодаря такой замѣнѣ свай трубами облегчилась забивка послѣднихъ въ болѣе твердой водонепроницаемой породѣ, такъ какъ здѣсь имѣется возможность выбуривать породу подъ башмаками трубъ или размывать ее струею воды.

Опускныя крѣпи для прохожденія болѣе мощныхъ слоевъ плывучихъ породъ представляютъ собою цилиндръ, сдѣланный изъ отдѣльныхъ желѣзныхъ сегментовъ (см. фиг. 162), соединенныхъ болтами, или сложенный изъ камня или кирпича на гидравлическомъ цементѣ, съ гладкой наружной поверхностью, для облегченія опусканія и рѣжущимъ башмакомъ (s) внизу для внѣдренія въ породу.

Въ передовой шахтѣ U, закрѣпленной камнемъ, устраиваются направляющія f для крѣпи и прочно укрѣпляется опорный вѣнецъ R. Опускная крѣпь подвѣшивается на прочныхъ желѣзныхъ штангахъ и опускается или собственнымъ вѣсомъ, или винтовыми прессами, упирающимися въ вѣнецъ R. По мѣрѣ опусканія крѣпь наращиваютъ новыми кольцами. Породу внутри крѣпи вынимаютъ мѣшечнымъ буромъ и такимъ образомъ крѣпь опускаютъ до водонепроницаемаго слоя, въ который она нѣсколько внѣдряется своимъ башмакомъ.

Иногда крѣпь останавливается, не дойдя до водонепроницаемаго слоя. Въ такихъ случаяхъ прерываютъ работу; выполняютъ всю шахту до горизонта воды грубо зернистымъ пескомъ и внутри первой крѣпи опускаютъ вторую такую же крѣпь меньшаго діаметра. Внутри этой послѣдней опускаютъ третью и т. д. (число этихъ крѣпей въ нѣкоторыхъ случаяхъ доходитъ до 5), пока не дойдутъ до водонепроницаемой породы. Понятно, что при этомъ приходится начинать шахту значительно большихъ противъ предполагаемыхъ конечныхъ размѣровъ.

Маркшейдеръ Poetsch предложилъ замѣчательно остроумный способъ углубленія шахтъ въ породахъ плывучихъ, состоящій въ замораживаньи породы близь стѣнокъ шахты, послѣ чего шахту углубляютъ и крѣпятъ такъ же, какъ въ твердыхъ породахъ. Самое углубленіе шахты производится слѣдующимъ образомъ (фиг. 163 и 164). Проведя передовую шахту достаточныхъ размѣровъ проводятъ въ разстояніи примѣрно одного метра отъ предполагаемыхъ боковъ шахты рядъ скважинъ, въ которыя вставляютъ желѣзныя трубы діаметромъ до 200 мм., причемъ трубы эти должны пройти всю толщу плывучихъ породъ и внѣдриться въ водонепроницаемую породу. Трубы эти (см. фиг. 165) закрываются внизу пробкой, а наверху особымъ придаткомъ съ сальникомъ для прохода трубки, проводящей охладительную смѣсь и боковымъ отросткомъ для отводной трубы.

Концы всѣхъ приводныхъ и отводныхъ трубокъ соединяются въ одну общую приводную и отводную трубы; когда такимъ образомъ предварительныя работы будутъ закончены, приступаютъ къ замораживанью породы, для

чего черезъ трубки накачиваютъ помощью насоса струю раствора хлористой магнезiи, охлажденной въ особомъ приборѣ до —25°, а выходящiй изъ трубокъ растворъ снова охлаждаютъ въ томъ же или запасномъ приборѣ. Послѣ нѣсколькихъ недѣль такого замораживанья, промерзаетъ насквозь весь цилиндрическiй столбъ плывуна, соотвѣтствующiй шахтѣ; плывунъ получается твердымъ, какъ песчаникъ; въ немъ проводятъ шахту до водонепропускающаго слоя, крѣпятъ ее водонепроницаемой крѣпью, по окончанiи которой прекращаютъ замораживанье. Послѣ этого трубы оттаиваютъ, пропуская въ нихъ теплую воду и вынимаютъ изъ породы.

Распредѣлительная труба

Водопров. труба

Водосборная труба

Глина.

Песокъ.

Песчанистая глина.

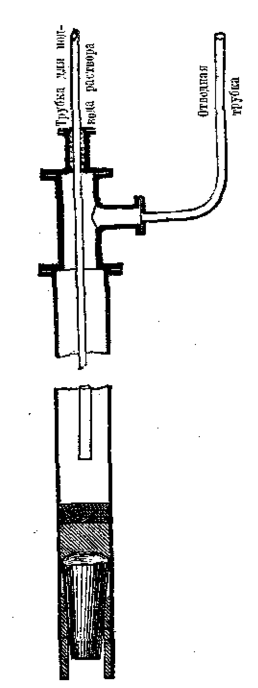
Крупнозернистый песокъ богатый водою.

Бѣлый кварцевый песокъ богатый водою.

Крупный щебень.
Бѣлый кварцевый песокъ.
Сѣрый морской песокъ.

Пластъ бураго угля.

163 и 164. Крѣпленiе шахтъ по способу Пэтша.



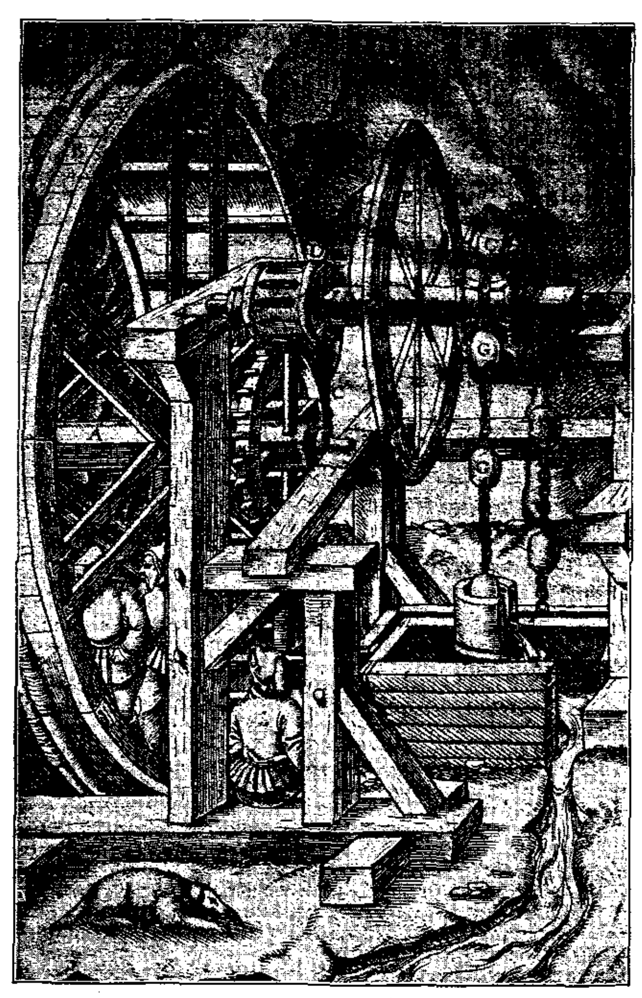
165. Трубки для охладительной смѣси въ способѣ Пэтша.

При прохожденiи шахтъ способомъ Poetsch'а погонный метръ шахты обходится правда нѣсколько дорого (около 2000 мар.), но за то здѣсь имѣется полная увѣренность въ успѣшномъ окончанiи работы, чего далеко нельзя сказать про другiе болѣе дешевые способы углубленiя шахтъ въ породахъ плывучихъ.

Подъемъ воды. Рудничныя воды, которыя, несмотря на всѣ описанныя предосторожности, все же попадаютъ въ рудникъ въ значительномъ количествѣ, должны быть подняты на поверхность, или до горизонта водоотливной штольни, если таковая имѣется. Обыкновенно для этой цѣли, т. е.

для подъема воды примѣняются поршневые или скалковые насосы и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ при углубленіи небольшихъ выработокъ для развѣдки и другихъ цѣлей примѣняются пульзометры, или производятъ подъемъ воды въ бадьяхъ, или ящикахъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что на рудникахъ, хорошо устроенныхъ, всегда имѣются запасныя водоподъемныя машины, такъ какъ при отсутствіи таковыхъ можетъ произойти затопленіе рудника вслѣдствіе остановки дѣйствующихъ машинъ, или вслѣдствіе внезапно усилившагося притока воды въ рудникъ.



166. **Старинное устройство для подъема воды помощью ворота, приводимаго въ движеніе ступеньчатымъ колесомъ.** По Агриколлѣ.

Въ настоящее время, когда имѣющимися въ нашемъ распоряженіи насосами мы можемъ поднять въ минуту до 10 и болѣе кубическихъ метровъ воды на высоту нѣсколькихъ сотъ метровъ, мы съ трудомъ представляемъ себѣ тѣ трудности, которыя представлялъ для рудниковъ подъемъ воды въ прежнее время. Можно безъ преувеличенія сказать, что притокъ воды въ 10 — 20 литровъ въ минуту представлялъ для старыхъ рудниковъ, при тѣхъ средствахъ для подъема, которыми они располагали, почти непреодолимыя трудности при разработкѣ. Несовершенство этихъ средствъ прекрасно иллюстрируется представленнымъ на фиг. 166 стариннымъ приспособленіемъ для подъема воды, состоявшимъ изъ ворота, приводимаго въ движеніе хожденіемъ рабочихъ по ступенчатому колесу.

Насосы, примѣняемые теперь для подъема воды изъ рудниковъ, принадлежатъ въ громадномъ большинствѣ случаевъ къ типу насосовъ подъемныхъ, или давящихъ (скалковыхъ). Всасывающіе насосы примѣняются лишь въ рѣдкихъ случаяхъ, такъ какъ высота всасыванья сравнительно не велика.

По конструкціи насосы подъемные всегда принадлежатъ къ типу, такъ называемыхъ, штанговыхъ насосовъ, устанавливаемыхъ въ самой шахтѣ. Насосы давящіе бываютъ какъ штанговые, такъ и подземные, устанавливаемые въ рудникѣ, на нѣкоторомъ, иногда довольно значительномъ разстояніи отъ шахты.

Устройство подъемнаго насоса представлено на фиг. 167 и состоитъ изъ поршня K съ кожаной обшивкой, двигающагося помощью штанги G въ поршневой трубѣ C, внизу которой въ коробкѣ S помѣщенъ всасывающій клапанъ, закрывающій всасывающую трубу Sg. Самъ поршень также снабженъ клапанами. При подъемѣ поршня его клапанъ закрытъ сопротивленіемъ находящейся надъ нимъ воды, и открытъ всасывающій клапанъ, черезъ который вода поступаетъ подъ поршень.

При опусканіи поршня закрывается нижній (всасывающій) клапанъ, открывается поршневой и поршень свободно двигается внизъ. При обратномъ движеніи поршня кверху снова открывается всасывающій клапанъ, закрывается поршневой, причемъ вода, находящаяся надъ поршнемъ, слѣдуя за движеніемъ послѣдняго, поднимается по подъемной трубѣ St и часть ея по боковому желобу, сдѣланному наверху этой трубы, выливается наружу. Въ верхней (L) и нижней (S) коробкѣ сдѣланы лазы, черезъ которые рабочій можетъ осмотрѣть одежду поршня, его клапанъ и всасывающій клапанъ, и въ случаѣ надобности, исправить ихъ, или замѣнить новыми. Высота подъема воды этими насосами не превышаетъ 40 метровъ.

167. Подъемный насосъ.

168 и 169. Давящій скалковый насосъ.

Въ скалковыхъ насосахъ (см. фиг. 168 и 169) поршень движется въ поршневой трубѣ, не прилегая плотно къ стѣнкамъ послѣдней. Сбоку поршневой трубы помѣщаются коробки S и D со всасывающимъ и нагнетательнымъ клапанами, всасывающей Sg и подъемной трубой St. При подъемѣ поршня, поднимается всасывающій клапанъ и вода черезъ коробку S и шейку поступаетъ въ поршневую трубу C. При опусканіи штанги вода выдавливается поршнемъ, закрываетъ всасывающій клапанъ, поднимаетъ нагнетательный и по подъемной трубѣ St подается наверхъ, причемъ высота подъема можетъ доходить до нѣсколькихъ сотъ метровъ. По трубкѣ r съ краномъ h спускается вода изъ трубъ въ случаѣ починки клапановъ.

Представленный на черт. 168 и 169 насосъ принадлежитъ къ типу штанговыхъ давящихъ насосовъ. Если мы представимъ себѣ поршневую трубу, повернутою относительно своего положенія на уголъ въ 90°, т. е. горизонтально, то мы получимъ схему устройства подземныхъ насосовъ.

Штанговые насосы примѣняются въ тѣхъ случаяхъ, когда въ шахту притекаетъ вода съ нѣсколькихъ горизонтовъ, причемъ предполагается возможность значительныхъ колебаній въ величинѣ притока воды. По сравненію съ подземными насосами, штанговые представляютъ то преимущество, что они могутъ дѣйствовать и въ то время, когда нижніе горизонты рудника затоплены водою. Большимъ же ихъ недостаткомъ является то обстоятельство, что вслѣдствіе значительнаго вѣса штангъ, послѣднимъ нельзя придавать большого числа ходовъ въ минуту, что въ свою очередь заставляетъ при большихъ притокахъ воды дѣлать все сооруженіе громоздкимъ, занимающимъ много мѣста въ шахтѣ.

Подземные насосы, которые въ горномъ дѣлѣ получили названіе лежачихъ насосовъ, устанавливаются вмѣстѣ съ двигателемъ въ особыхъ машинныхъ камерахъ близъ шахты. Двигателемъ служатъ или паровыя машины, получающія паръ отъ котловъ на поверхности, или машины, дѣйствующія сжатымъ воздухомъ, или водостолбовыя машины или, наконецъ, электромоторы. Во всѣхъ случаяхъ въ шахтѣ находятся только подъемныя трубы, по которымъ подается насосомъ вода на поверхность и проводники, движущей силы, необходимой для дѣйствія насосовъ. Если въ шахту поступаетъ вода съ разныхъ горизонтовъ, то устанавливаютъ нѣсколько такихъ машинъ, поднимающихъ воду съ каждаго отдѣльнаго горизонта.

Подземные насосы являются весьма удобными для подъема воды изъ выработокъ, расположенныхъ ниже самаго глубокаго этажа, именно, для подъема воды изъ этихъ выработокъ до выше лежащаго основного штрека. Такъ какъ эти выработки находятся часто на большомъ разстояніи отъ шахты, то двигателями для дѣйствія насосовъ служатъ здѣсь, обыкновенно, машины дѣйствующія сжатымъ воздухомъ, или электродвигатели, какъ наиболѣе удобные для передачи силы на большія разстоянія. Небольшія машины этого рода ставятся часто на телѣжки для удобства перевозки ихъ съ мѣста на мѣсто.

Подземные насосы легко могутъ быть затоплены рудничными водами, отъ которыхъ они ограждаются лишь перегородками и солиднымъ устройствомъ стѣнъ камеры.

Эта опасность затопленія и является главнымъ недостаткомъ подземныхъ водоотливныхъ машинъ. Главнымъ же ихъ достоинствомъ является возможность придать машинѣ большее число оборотовъ, что дѣлаетъ весь приборъ болѣе компактнымъ, большая доступность отдѣльныхъ частей машины, для осмотра и ухода и значительное сокращеніе расходовъ по содержанію машинъ. На практикѣ пользуются поэтому подземными машинами во всѣхъ случаяхъ, когда это возможно, и прибѣгаютъ къ устройству штанговыхъ насосовъ лишь въ случаѣ крайней необходимости.

Вентиляція и освѣщеніе выработокъ.

Рудничный воздухъ, имѣющій при поступленіи въ рудникъ составъ обыкновеннаго атмосфернаго воздуха (79 вѣсовыхъ частей азота, 21 ч. кислорода и 0,04 ч. угольной кислоты), быстро портится въ рудникѣ и нуждается въ постоянной замѣнѣ его свѣжимъ воздухомъ. Порча воздуха происходитъ вслѣдствіе поглощенія кислорода дыханіемъ людей и животныхъ, горѣніемъ лампъ, причемъ вмѣсто кислорода выдѣляется угольная кислота, неспособная поддерживать дыханія. Кромѣ указанныхъ процессовъ, углекислота выдѣляется въ значительномъ количествѣ при взрывѣ шпуровъ, при рудничныхъ пожарахъ и присутствіе ея узнается по потуханію свѣчей у почвы выработки, по которой стелется углекислота, вслѣдствіе большого своего удѣльнаго вѣса.

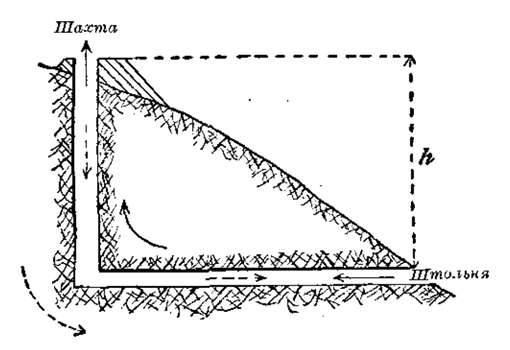
Но кромѣ углекислоты въ рудникахъ выдѣляются часто и другіе газы,

вредно вліяющіе на здоровье рабочихъ. Такъ рудничные пожары, при ограниченномъ доступѣ воздуха, сопровождаются выдѣленіемъ окиси углерода, весьма опасной для рабочихъ, какъ по причинѣ своей ядовитости, такъ и по способности давать взрывъ. Опасность отъ окиси углерода представляется тѣмъ большею, что для опредѣленія присутствія ея въ рудничномъ воздухѣ у насъ нѣтъ иного средства, кромѣ свойственнаго ей легкаго угарнаго запаха.

При затопленіи рудниковъ, содержащихъ сѣрный колчеданъ, часто выдѣляется такъ же ядовитый, способный взрываться сѣрнистый водородъ, легко узнаваемый по свойственному ему непріятному запаху. Далѣе, въ каменноугольныхъ рудникахъ часто выдѣляется гремучій газъ, о борьбѣ съ которымъ, а равно и о роли каменноугольной пыли будетъ сказано ниже, въ главѣ о разработкѣ каменноугольныхъ рудниковъ.

Наконецъ, въ рудникахъ глубокихъ воздухъ сильно нагрѣвается подъ вліяніемъ высокой температуры (температура возрастаетъ примѣрно на одинъ градусъ съ углубленіемъ выработокъ на 22 метра).

Вслѣдствіе всѣхъ перечисленныхъ причинъ рудники нуждаются въ постоянномъ притокѣ свѣжаго воздуха, дабы уменьшить процентное содержаніе ядовитыхъ и вредныхъ примѣсей къ рудничному воздуху и понизить его температуру.



170. Схема естественной вентиляціи рудника.

Описаніе способовъ доставки свѣжаго воздуха и способовъ распредѣленія воздушной струи по рудничнымъ выработкамъ, вмѣстѣ съ описаніемъ простѣйшихъ приборовъ, примѣняемыхъ для освѣщенія выработокъ и составитъ предметъ настоящаго отдѣла книги.

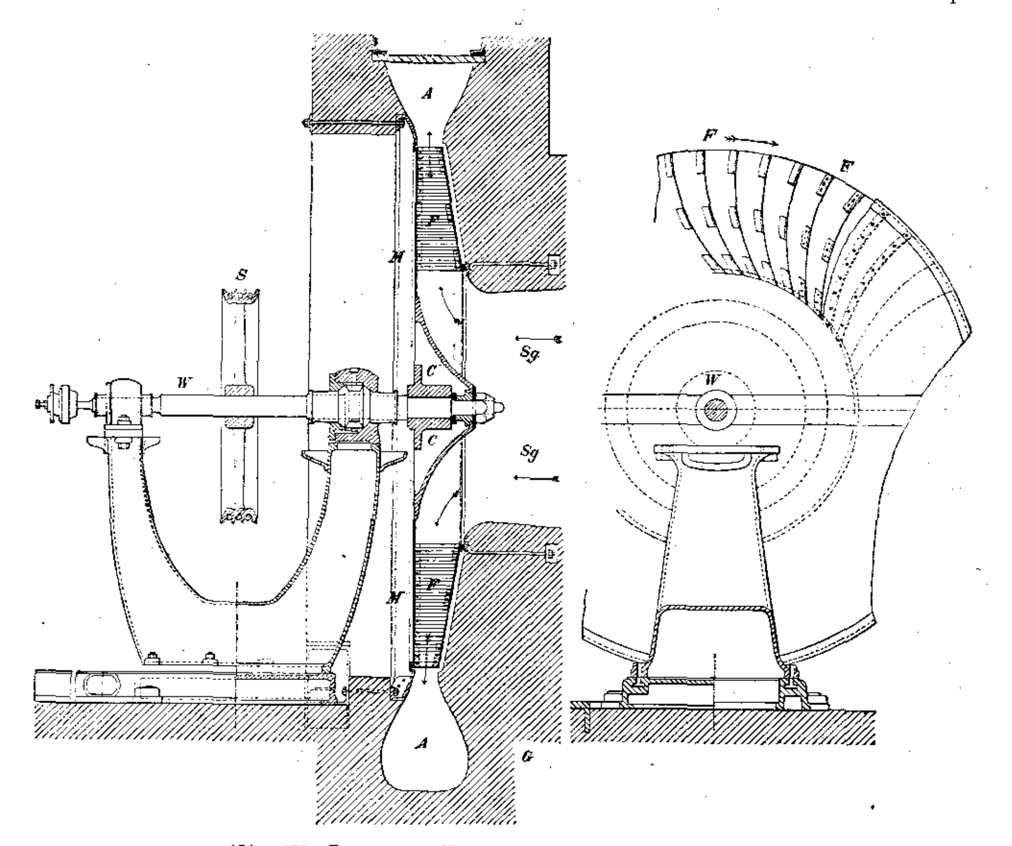
Движеніе воздушной струи по выработкамъ достигается естественнымъ путемъ, если мы имѣемъ достаточную разность горизонтовъ отверстій, черезъ которыя въ рудникъ поступаетъ свѣжій воздухъ и изъ него выходитъ воздухъ испорченный. Причины такого движенія воздушной струи выражаются наиболѣе наглядно въ томъ случаѣ, когда рудникъ, какъ это представлено на черт. 170, сообщается съ дневною поверхностью помощью шахты и штольни. Въ этомъ случаѣ мы имѣемъ надъ устьемъ штольни воздушный столбъ высотою h, температура котораго зимою ниже, а лѣтомъ выше температуры рудничнаго воздуха, находящагося въ шахтѣ. Вслѣдствіе разности температуръ, получается разность давленій въ устьѣ штольни и шахты, почему зимою болѣе тяжелый наружный воздухъ поступаетъ черезъ устье штольни и, нагрѣвшись въ рудникѣ, выходитъ черезъ шахту; лѣтомъ наоборотъ черезъ шахту поступаетъ свѣжій, а черезъ штольню выходитъ охладившійся рудничный воздухъ. Два раза въ годъ — весною и осенью происходитъ смѣна одного направленія другимъ, причемъ днемъ направленіе воздушной струи соотвѣтствуетъ направленію ея лѣтняго, а ночью — зимняго движенія.

Описанное движеніе воздушной струи по выработкамъ имѣетъ мѣсто и въ томъ случаѣ, когда рудникъ сообщается съ дневною поверхностью помощью двухъ шахтъ, причемъ сила тяги будетъ очевидно пропорціональна разности горизонта устьевъ шахтъ.

Смѣна одного направленія движенія другимъ происходитъ постепенно: скорость струи постепенно уменьшается, затѣмъ наступаетъ періодъ покоя, послѣ котораго воздушная струя начинаетъ двигаться въ обратномъ направленіи съ болѣе и болѣе возрастающей скоростью.

Указанный періодъ покоя крайне опасенъ для рудниковъ, выдѣляющихъ гремучій газъ, такъ какъ вслѣдствіе отсутствія притока свѣжаго воздуха въ рудникъ и непрекращающагося выдѣленія газа, содержаніе послѣдняго въ рудничномъ воздухѣ, можетъ дойти до того предѣла, при которомъ смѣсь газа и воздуха становится способной дать взрывъ.

Это обстоятельство, въ связи съ недостаточностью естественной тяги для вентиляціи рудниковъ, сколько нибудь обширныхъ, заставляетъ прибѣгать къ искусственнымъ средствамъ, способнымъ обезпечить постоянный при-



171 и 172. **Всасывающій вентиляторъ системы Гейсслера.**

токъ свѣжаго воздуха въ рудникъ, въ достаточномъ для потребностей разработки количествѣ.

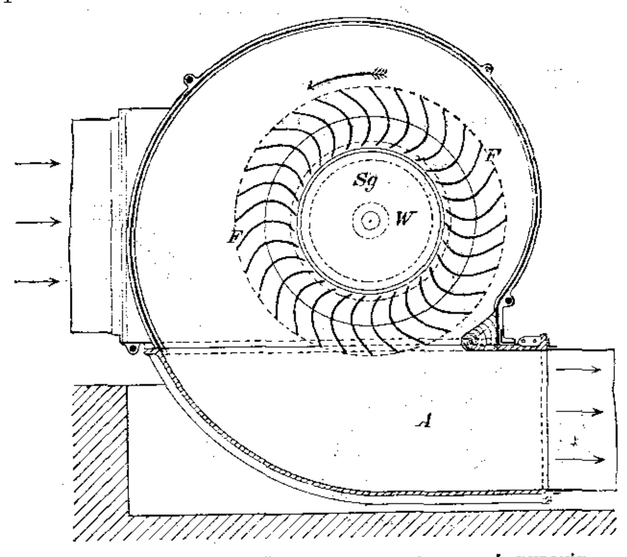
Для усиленія естественной тяги, выходящій изъ рудника воздухъ нагрѣваютъ помощью особыхъ печей, поставленныхъ близъ вытяжной шахты, или увеличиваютъ скорость движенія воздуха по выработкамъ помощью вентиляторовъ.

Воздушныя печи представляютъ значительную опасность для рудниковъ, выдѣляющихъ гремучій газъ и сильно затрудняютъ пользованье вентиляціонной шахтой для какихъ либо иныхъ цѣлей, почему въ настоящее время предпочитаютъ пользоваться вентиляторами.

Среди различныхъ системъ вентиляторовъ наибольшее распространеніе получили центробѣжные вентиляторы, такъ какъ они, по причинѣ крайней простоты своего устройства, наиболѣе гарантированы отъ поломокъ и, слѣдовательно, лучше другихъ предохраняютъ рудникъ отъ внезапныхъ остановокъ

въ вентиляціи. Главною частью этихъ вентиляторовъ служитъ кругъ съ лопастями, получающій быстрое вращательное движеніе (до 300 оборотовъ въ минуту въ малыхъ и до 60 оборотовъ — въ большихъ приборахъ этого типа) отъ какого-либо двигателя. Вслѣдствіе развивающейся при этомъ центробѣжной силы, воздухъ отбрасывается къ окружности вентилятора; близъ оси послѣдняго образуется разряженное пространство, куда по каналу всасывается рудничный воздухъ изъ вентиляціонной (вытяжной) шахты, или соотвѣтствующаго отдѣленія послѣдней.

Въ качествѣ примѣра такихъ приборовъ мы здѣсь опишемъ вентиляторъ *Гейселера* пользующійся значительнымъ распространеніемъ въ рудникахъ. Приборъ этотъ (см. фиг. 171 и 172) относится къ типу одностороннихъ вентиляторовъ, въ которыхъ воздухъ всасывается съ одной стороны колеса F, другая сторона котораго закрыта массивнымъ желѣзнымъ дискомъ M. Вентиляторъ приводится въ движеніе канатной передачей S; воздухъ изъ шахты всасывается по каналу Sg, сдѣланному въ правой стѣнкѣ кожуха вентилятора. Втулка колеса снабжена конусомъ C, помощью котораго воздухъ направляется къ окружности колеса. По окружности колеса въ кожухѣ сдѣланъ спиральный каналъ A., заканчивающійся *широкимъ отверстіемъ сбоку* кожуха, черезъ которое воздухъ выходитъ наружу. Въ вентиляторахъ быстро вращающихся діаметръ колеса дѣлается въ 3—4 метра; въ вентиляторахъ, дѣлающихъ меньшее число оборотовъ, діаметръ колеса доходитъ до 12 метровъ, что при указанномъ числѣ оборотовъ даетъ скорость движенія на наружной окружности вентилятора 30 метр. въ секунду. Производительность прибора находится въ зависимости отъ тѣхъ сопротивленій, которыя встрѣчаетъ воздушная струя, при своемъ движеніи въ рудникѣ и доходитъ до 2400 куб. метр. въ минуту.

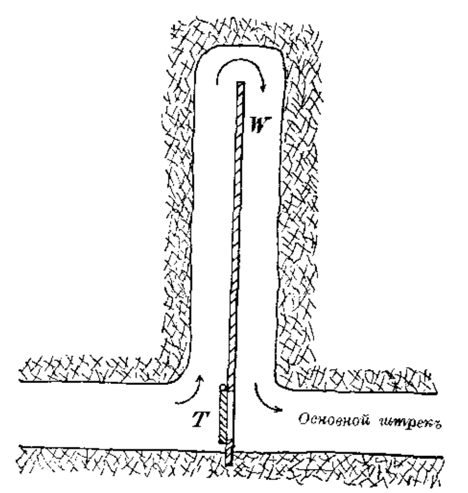


173. **Нагнетательный вентиляторъ для провѣтриванія отдѣльныхъ забоевъ.**

Кромѣ описанныхъ всасывающихъ вентиляторовъ, для провѣтриванія отдѣльныхъ выработокъ примѣняются нагнетательные вентиляторы, получающіе движеніе отъ электромоторовъ. Такой вентиляторъ представленъ на фиг. 173, гдѣ буквы имѣютъ тѣ же значенія, что и на двухъ предшествующихъ чертежахъ 171 и 172; здѣсь же показана труба, по которой воздухъ проводится отъ раструба A вентилятора къ забою выработки.

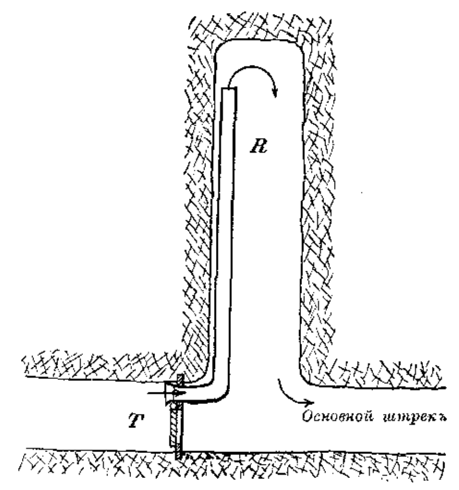
Провѣтриваніе отдѣльныхъ забоевъ можетъ быть достигнуто и безъ помощи особыхъ вентиляторовъ надлежащимъ направленіемъ воздушной струи, идущей вдоль главной выработки помощью воздушныхъ стѣнокъ (фиг. 174) или по трубамъ R (фиг. 175). Въ обоихъ случаяхъ въ перегородкѣ устраиваютъ двери T, дабы сохранить сообщеніе по главной выработкѣ.

Общее направленіе вентиляціи регулируется также устройствомъ непроницаемыхъ для воздуха перегородокъ изъ просмоленнаго холста, досокъ и камня. Перегородками этими стараются преградить воздуху кратчайшій путь

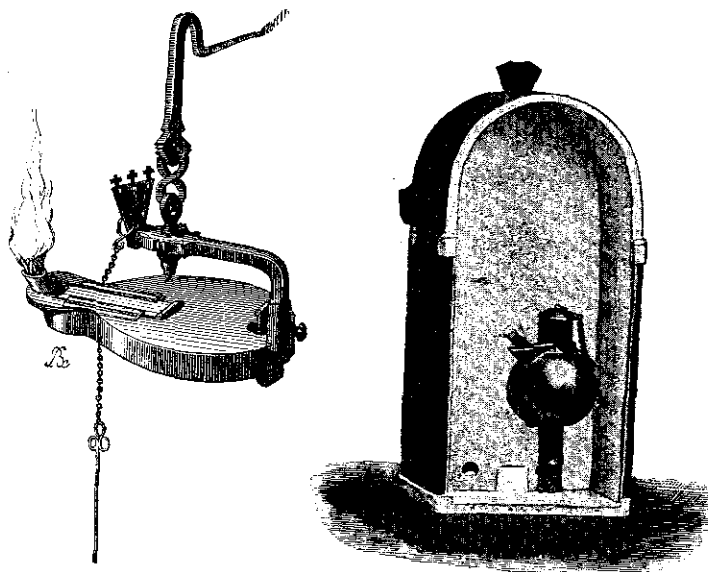


174. Воздушная перегородка.



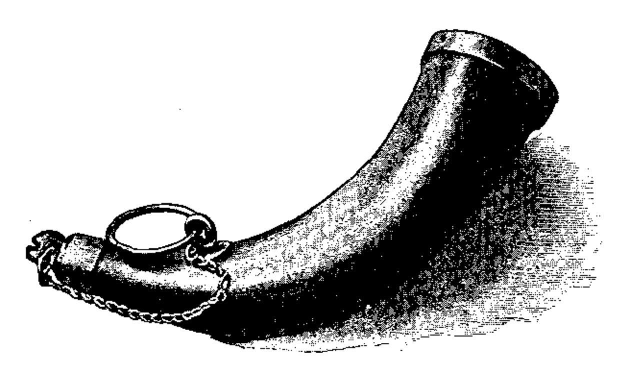


175. Проводъ воздуха по трубѣ.



176. Рудничная лампа.

177. Рудничная бленда.



178. Рогъ для масла.

къ венциляціонной шахтѣ и направить воздушную струю по тѣмъ выработкамъ, которыя въ ней нуждаются.

Въ заключеніе настоящаго отдѣла скажемъ еще нѣсколько словъ объ освѣщеніи рудниковъ.

Для освѣщенія примѣняются обыкновенно свѣчи или небольшія лампы, имѣющія въ различныхъ мѣстахъ крайне разнообразное устройство. На фиг. 176 представлена небольшая лампочка, примѣняемая на Гарцѣ и въ Вестфаліи и освѣщаемая саломъ или керосиномъ. На фиг. 177 изображена рудничная бленда — фонарь со вставленной въ него свѣчою, или небольшой лампочкой и примѣняемая для освѣщенія рудниковъ во Фрейбергѣ.

Запасъ масла для освѣщенія носится въ особомъ рогѣ (фиг. 178), прикрѣпляемомъ къ поясу.

Для постояннаго освѣщенія часто примѣняется электричество. Переносныя электрическія лампы, дѣйствующія помощью аккомуляторовъ, пользуются малымъ распространеніемъ въ рудникахъ, по причинѣ своей дороговизны и большого вѣса аккомуляторовъ.

О предохранительныхъ лампахъ, примѣняемыхъ въ рудникахъ, содержащихъ гремучій газъ, а равно и объ устройствѣ аспираторовъ для работы въ выработкахъ, воздухъ которыхъ содержитъ вредные для дыханія газы, будетъ сказано въ главѣ *о разработкѣ каменноугольныхъ рудниковъ*.

Сказаннымъ мы и закончимъ описаніе вспомогательныхъ работъ и устройствъ, примѣняемыхъ при разработкѣ рудниковъ и переходимъ къ описанію отдѣльныхъ примѣровъ разработки.

Разработка мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ.

А. Разработка рудныхъ мѣсторожденій.

Золото и серебро.

Золото — благородный желтый металлъ — является въ настоящее время властителемъ міра. Большая цѣнность золота дѣлаетъ его символомъ богатства. Богатъ и могуществен тепeрь тотъ, кто обладаетъ большими запасами золота и, быть можетъ, драгоцѣнныхъ камней. Но драгоцѣнные камни являются товаромъ, цѣна котораго зависитъ не отъ количества ихъ, а отъ цвѣта, блеска, игры и величины отдѣльныхъ камней, товаромъ, пріобрѣтающимъ свою настоящую цѣну лишь послѣ искусственной обдѣлки. Стоимость же золота зависитъ почти исключительно отъ количества его, стоимость его остается почти одинаковою, въ какомъ бы видѣ оно ни предлагалось, остается постоянною въ теченіи многихъ лѣтъ, между тѣмъ какъ цѣны остальныхъ продуктовъ подвержены значительнымъ колебаніямъ. Это постоянство стоимости, присущее золоту и послужило причиной повсемѣстнаго его распространенія, какъ мѣрила для оцѣнки другихъ товаровъ и въ настоящее время золото господствуетъ въ монетной системѣ большинства цивилизованныхъ государствъ.

Въ качествѣ матеріала для чеканки монеты могущественнымъ соперникомъ золота служило ранѣе серебро, цѣнность котораго также держалась долгое время на одномъ уровнѣ. Начиная съ конца 17-го вѣка и до 70-хъ годовъ настоящаго столѣтія цѣнность серебра оставалась постоянною, составляя примѣрно, $^1/_{15,5}$ цѣнности золота. Это отношеніе казалось настолько устойчивымъ, что оно было принято въ основу договора между государствами латинскаго монетнаго союза, заключеннаго первоначально (въ 1865 г.) между Франціей, Италіей, Бельгіей и Швейцаріей, къ которому впослѣдствіи присоединились Греція, Румынія и Испанія. Того же примѣрно отношенія, 1 : 16, держались и Соединенные Штаты Сѣверной Америки, вступившіе, начиная съ 1834 г., въ число биметаллическихъ государствъ. Время постоянной цѣнности серебра кануло, однако, въ вѣчность. Примѣрно лѣтъ 25 тому назадъ началось паденіе цѣнъ на серебро; стоимость серебра, составлявшая въ 1872 году 179 марокъ за 1 килограммъ, спустилась къ августу 1897 года до 75 марокъ. Цѣна золота за это время осталась постоянною и равною 2778 маркамъ за килограммъ, что даетъ отношеніе между стоимостью обоихъ металловъ въ 1897 году равнымъ 1:37,2.

Причиной такого небывалаго въ исторіи паденія цѣнъ на серебро по-

служили значительный ростъ добычи этого металла, *вслѣдствіе открытія* новыхъ его мѣсторожденій и переходъ большаго числа государствъ отъ биметаллической монетной системы къ золотой валютѣ.

Объ измѣненіи отношенія между добычею серебра и золота за послѣднее время дастъ понятіе слѣдующая таблица.

Изъ таблицы видно, что добыча золота, не достигавшая до 1850 г. цифры 100 000 килогр., съ открытіемъ мѣсторожденій въ Калифорніи поднялась въ 1853 году до 234 000 килограммовъ, далѣе снова опустилась, оставаясь въ періодъ времени съ 1860—1888 г. постоянною и равною въ среднемъ 150—170 000 килограммовъ и лишь въ послѣднее время начала сильно подниматься, достигнувъ въ 1897 году 350 000 килогр., чему въ значительной степени способствовало открытіе богатыхъ мѣсторожденій золота въ Южной Африкѣ. Количество ежегодной добычи серебра за послѣднее время все болѣе и болѣе возрастало и начиная съ 1850 года добыча этого металла увеличилась въ шесть разъ. Одного этого возрастанія было бы достаточно для объясненія происшедшаго за этотъ періодъ времени паденія цѣнъ на серебро.

Возрастаніе годовой добычи золота уничтожило возраженія тѣхъ экономистовъ, которые высказывались противъ золотой валюты изъ боязни, что запасовъ этого металла не хватитъ для потребностей всѣхъ государствъ, перешедшихъ къ этой валютѣ. Къ этому слѣдуетъ еще прибавить, что въ дѣловыхъ сношеніяхъ бумажныя деньги остаются въ полной силѣ до настоящаго времени и что именно за послѣднее время получаютъ все большее и большее развитіе сдѣлки на векселя.

Таблица годовой добычи золота и серебра съ конца 1830 годовъ до настоящаго времени по даннымъ Soetbeer'a и Rothwell'я.

Годы	Добыча золота	Добыча серебра	Отношеніе добычи золота къ добычѣ серебра	
	въ килограммахъ		по вѣсу	по стоимости
1831—40	20289	596450	29,4	15,5 (1831—1865)
41—50	54760	780410	14,3	
1851	107153	875600	8,1	
1852	198315	888735 (1852—1855)	4,5	
1853	233975		3,9	
1854	191845		4,5	
1855	203280		4,4	
1856	222013	904270 (1856—1858)	4,1	
1857	200572		4,5	
1858	187632		4,9	
1859	187933	906490 (1859—1860)	4,9	
1860	164460		5,5	
1865	180860	1189152	6,6	
1870	160848	1378855	8,6	15,6
1875	146704	1939539	13,2	16,6
1880	160397	2323000	14,5	18,0
1885	163105	2841572	17,4	19,4
1886	159509	2896882	18,1	20,8
1887	159156	2992451	19,0	21,1
1888	165659	3424771	20,6	22,0
1889	185809	3901809	20,9	22,2
1890	178825	4180532	23,3	19,8
1891	196586	4267380	21,6	21,0
1892	220133	4757955	21,6	23,7
1893	256236	5339746	20,9	26,4
1894	274708	5554144	20,2	32,8
1895	306133	5651962	18,4	31,6
1896	316254	5789674	18,3	30,7
1897	360000	5575000	15,5	34,2

Къ сказанному остается еще добавить, что примѣрно отъ $^1/_3$ до $^2/_3$ всего добытаго золота и $^1/_8$ до $^1/_3$ всего серебра поглощается соотвѣтствующими отраслями промышленности.

Относительно вліянія перехода къ золотой валютѣ различныхъ государствъ можно сказать слѣдующее. Около 1860 года золотая валюта была введена въ Англіи (съ 1816 г.) и ея колоніяхъ Канадѣ, Капской землѣ и Австраліи, въ Португаліи (съ 1854 г.), Бразиліи и изъ нѣмецкихъ государствъ — въ Бременѣ.

Государства латинскаго монетнаго союза, Соединенные Штаты Сѣверной Америки и Японія имѣли биметаллическую систему; Германскія государства, Австрія, Голландія, Скандинавскія государства, Россія, Китай и Индія имѣли серебряную валюту, причемъ два послѣднихъ государства съ населеніемъ болѣе 600 милліоновъ человѣкъ были главными потребителями серебра.

Образовавшаяся въ 1870 году Германская имперія ввела у себя золотую валюту, которая была подготовлена изданіемъ соотвѣтствующихъ законовъ 4 декабря 1871 года, 9 іюня 1873 года и окончательно установлена закономъ 1 января 1876 года. Еще ранѣе этого перешли къ золотой валютѣ Соединенные Штаты (1 января 1873 года) и Скандинавскія государства. Государства латинскаго монетнаго союза значительно сократили чеканку серебряной монеты.

Сокращеніе потребленія серебра для чеканки монеты, продажа большихъ количествъ этого металла государствами, перешедшими къ золотой валютѣ и значительный ростъ годовой его добычи повели къ постепенному, но значительному пониженію цѣнъ его на міровомъ рынкѣ. Владѣльцами крупныхъ рудниковъ Западныхъ Штатовъ Сѣверной Америки были сдѣланы попытки остановить это пониженіе цѣнъ на серебро. По ихъ настоянію конгрессъ принялъ въ 1878 году билль Блэнда, установившій чеканку серебряной монеты на сумму не меннѣе 24 и не болѣе 48 милліоновъ долларовъ въ годъ, причемъ было установлено отношеніе стоимости серебра къ золоту, равное 1:16. Въ 1890 году былъ принятъ билль Шермана, по которому на чеканку монеты должно расходоваться не менѣе 1,7 милліона килограммовъ серебра, что составляло почти всю тогдашнюю добычу этого металла въ Соединенныхъ Штатахъ и было равносильно переходу этого государства къ биметаллической валютѣ. Попытки американскихъ промышленниковъ имѣли, однако, только временной успѣхъ. Цѣна серебра, составлявшая въ 1889 году 126 марокъ за килограммъ, поднялась къ началу 1890 года до 150 мар., а въ августѣ того же года дошла до 154 мар., но уже въ слѣдующемъ 1891 году она вновь спустилась до 132 мар., а въ 1892 году даже до 117 мар. за килограммъ, такъ какъ населеніе Штатовъ отнеслось несочувственно къ биметаллизму.

Когда въ ноябрѣ 1893 года президентъ Кливелендъ провелъ отмѣну билля Шермана и чеканка серебряной монеты въ Штатахъ была прекращена, а въ срединѣ того же года въ Англіи была провозглашена свобода чеканки этой монеты въ Индіи, то цѣна серебра упала сразу со 104 марокъ за килограммъ въ 1893 году до 85,25 марки въ 1894 году. Наиболѣе низкой за это время цѣна серебра была въ мартѣ 1894 года. Начиная съ того времени цѣна подвергалась значительнымъ колебаніямъ и составляла въ среднемъ: 88 марокъ въ 1895, 90,9 марокъ — въ 1896 и 81,5 въ 1897 годахъ.

Въ августѣ 1897 цѣна серебра понизилась до небывалаго уровня 70,2 марки за килогр., что обусловилось, вѣроятно, переходомъ Японіи къ золотой валютѣ, а въ августѣ 1898 года стоимость серебра составляла примѣрно 83 мар. за килограммъ.

Пониженіе цѣнъ на серебро было убыточнымъ для странъ съ большою добычею серебра и выгоднымъ для странъ, добывающихъ золото и тяжело

отразилось на рудникахъ, доставляющихъ серебро. Дабы дать понятіе о томъ, для какихъ странъ это пониженіе оказалось невыгоднымъ, мы приводимъ по Rothwell'ю таблицу годовой добычи серебра и золота въ 1896 г. и стоимости добытыхъ металловъ по существовавшимъ въ то время цѣнамъ. Изъ таблицы видно, что первое мѣсто по добычѣ золота занимаютъ Соединенные Штаты, Австралія, Трансвааль и Россія, производительность которыхъ равна 255 000 килогр., составляя примѣрно $^5/_6$ общей добычи этого металла на всемъ земномъ шарѣ. Среди странъ, добывающихъ серебро, первое мѣсто занимаютъ: Соединенные Штаты, Мексика, Боливія, Австралія и Германія, годовая добыча которыхъ доходитъ до 4 800 000 килогр., составляя около $^6/_7$ общей добычи всего свѣта.

Въ Германіи въ настоящее время вовсе не производится добыча золотыхъ рудъ и небольшое количество золота, которое она производитъ, получается изъ иностранныхъ рудъ, или переплавкою стараго золота. Распредѣленіе же добычи серебра по отдѣльнымъ районамъ представлено въ слѣдующей таблицѣ:

Районы	1896 клгр.	1897 клгр.
Рейнская провинція	143018	142176
Гарцъ.	39805	47419
Силезія	8612	8349
Маансфельдъ . . .	100357	95573
Фрейбергъ	46576	72861
Ангальтъ	9768	8947
Гамбургъ	83208	78050
Всего	431344 [1]	453375

Добыча золота въ 1896 году по Rotwell'ю

Названіе государствъ	Добыча въ килограм.	Стоимость въ маркахъ
Европа:		
Германія	2487	6942000
Австро-Венгрія.	2760	7705000
Россія (включена Сибирь) . .	46653	130214000
Прочія государства	1790	4996000
Азія:		
Китай	6998	19533000
Британскія владѣнія	8760	24451000
Прочія страны	1867	5209000
Африка:		
Трансвааль	62934	175654000
Прочія государства	3110	8681000
Австралія.	65912	183915000
Сѣв. Америка:		
Соединенн. Штаты	79576	222122000
Мексика	9140	25515000
Прочія государства	4980	13846000
Южная Америка:		
Боливія.	3732	10418000
Чили.	4665	13022000
Перу.	7856	21927000
Венецуэла	1225	3419000
Прочія государства	1809	5062000
Всего	316254	882631000

[1] Небольшая разница сравнительно съ цифрой предшеств. таблицы объясняется поправкою статистическихъ данныхъ.

Добыча серебра по Rothwell'ю въ 1896 г.

Названіе государствъ	Добыча въ килограм.	Стоимость въ маркахъ
Европа:		
Германія	428429	38812000
Австро-Венгрія	57250	5187000
Франція	95750	8673000
Италія	56250	5095000
Испанія	222900	20193000
Прочія государства	27575	2499000
Азія:		
Японія	56500	5120000
Австралія	605400	54844000
Сѣверная и Средняя Америка:		
Соединенные Штаты	1819208	164833000
Мексика	1286842	116600000
Прочія государства	150199	13608000
Южная Америка:		
Боливія	638000	57804000
Чили	151500	13725000
Перу	105181	9530000
Прочія государства	88690	8035000
Всего	5789674	524559000

Принятіе золотой валюты представляетъ, однако, извѣстныя неудобства для всего свѣта. Опытъ показалъ, что чеканка золотыхъ монетъ въ 5 марокъ и ниже представляется неудобною, такъ какъ монеты получаются при этомъ слишкомъ мелкими. Если допустить отношеніе стоимости серебра къ золоту равнымъ 1:15,5 и принять въ разсчетъ, что золото почти въ два раза тяжелѣе серебра, то объемъ золотой монеты будетъ составлять всего $^1/_{30}$ объема равноцѣнной съ ней серебряной монеты, почему изъ золота чеканятся только монеты въ 10 марокъ и выше. Представляется поэтому необходимымъ, кромѣ никкеля, мѣди, бронзы и другихъ малоцѣнныхъ металловъ, изъ которыхъ чеканятся мелкія монеты, имѣть еще какой-либо металлъ для чеканки монеты отъ 50 пфениговъ до 3 марокъ. Во всѣхъ странахъ и во всѣ времена такая монета чеканилась изъ серебра, которое является наиболѣе удобнымъ для этой цѣли, какъ по своимъ естественнымъ свойствамъ, такъ и по стоимости. Въ настоящее время вѣсъ серебряныхъ монетъ разсчитанъ по цѣнѣ серебра 179 мар. за килограммъ, между тѣмъ какъ дѣйствительная его стоимость 80 мар. за килограммъ. Монета въ 3 марки стоитъ такимъ образомъ всего 1,34 марки, между тѣмъ государство обязано при размѣнѣ на золото платить за нее полныя 3 марки. Такое положеніе вещей не можетъ быть долго терпимо, такъ какъ оно представляетъ слишкомъ много соблазна для поддѣлки монеты. Далѣе при колебаніи цѣнъ на серебро послѣднее можетъ еще сохранить значеніе для торговли внутри государства, для внѣшней же торговли серебряная монета является уже абсолютно непригодной, такъ какъ она теряетъ свой характеръ монеты, превращаясь въ товаръ, цѣна котораго подвергается значительнымъ колебаніямъ.

Представляется поэтому крайне желательнымъ, чтобы начавшіеся уже давно международные переговоры о мѣрахъ, способныхъ противодѣйствовать пониженію цѣнъ на серебро, привели къ какимъ нибудь положительнымъ результатамъ. Фиксированье цѣнъ на серебро, оказавъ большую услугу горному дѣлу, представляло бы большія удобства и для денежнаго обращенія всѣхъ странъ. Вопросъ объ уничтоженіи перепроизводства серебра представляется поэтому однимъ изъ важнѣйшихъ вопросовъ народнаго хозяйства въ различныхъ странахъ.

отразилось на рудникахъ, доставляющихъ серебро. Дабы дать понятіе о томъ, для какихъ странъ это пониженіе оказалось невыгоднымъ, мы приводимъ по Rothwell'ю таблицу годовой добычи серебра и золота въ 1896 г. и стоимости добытыхъ металловъ по существовавшимъ въ то время цѣнамъ. Изъ таблицы видно, что первое мѣсто по добычѣ золота занимаютъ Соединенные Штаты, Австралія, Трансвааль и Россія, производительность которыхъ равна 255 000 килогр., составляя примѣрно $^5/_6$ общей добычи этого металла на всемъ земномъ шарѣ. Среди странъ, добывающихъ серебро, первое мѣсто занимаютъ: Соединенные Штаты, Мексика, Боливія, Австралія и Германія, годовая добыча которыхъ доходитъ до 4 800 000 килогр., составляя около $^6/_7$ общей добычи всего свѣта.

Въ Германіи въ настоящее время вовсе не производится добыча золотыхъ рудъ и небольшое количество золота, которое она производитъ, получается изъ иностранныхъ рудъ, или переплавкою стараго золота. Распредѣленіе же добычи серебра по отдѣльнымъ районамъ представлено въ слѣдующей таблицѣ:

Районы	1896 клгр.	1897 клгр.
Рейнская провинція	143 018	142 176
Гарцъ	39 805	47 419
Силезія	8 612	8 349
Маансфельдъ	100 357	95 573
Фрейбергъ	46 576	72 861
Ангальтъ	9 768	8 947
Гамбургъ	83 208	78 050
Всего	431 344 [1]	453 375

Добыча золота въ 1896 году по Rotwell'ю

Названіе государствъ	Добыча въ килограм.	Стоимость въ маркахъ
Европа:		
Германія	2 487	6 942 000
Австро-Венгрія	2 760	7 705 000
Россія (включена Сибирь)	46 653	130 214 000
Прочія государства	1 790	4 996 000
Азія:		
Китай	6 998	19 533 000
Британскія владѣнія	8 760	24 451 000
Прочія страны	1 867	5 209 000
Африка:		
Трансвааль	62 934	175 654 000
Прочія государства	3 110	8 681 000
Австралія	65 912	183 915 000
Сѣв. Америка:		
Соединенн. Штаты	79 576	222 122 000
Мексика	9 140	25 515 000
Прочія государства	4 980	13 846 000
Южная Америка:		
Боливія	3 732	10 418 000
Чили	4 665	13 022 000
Перу	7 856	21 927 000
Венецуэла	1 225	3 419 000
Прочія государства	1 809	5 062 000
Всего	316 254	882 631 000

[1] Небольшая разница сравнительно съ цифрой предшеств. таблицы объясняется поправкою статистическихъ данныхъ.

Добыча серебра по Rothwell'ю въ 1896 г.

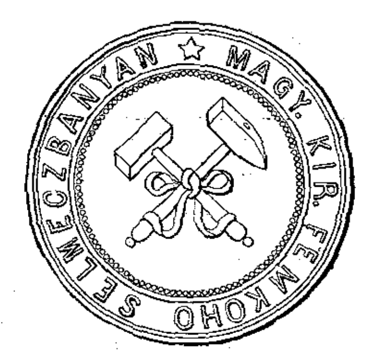
Названіе государствъ	Добыча въ килограм.	Стоимость въ маркахъ
Европа:		
Германія	428429	38812000
Австро-Венгрія	57250	5187000
Франція	95750	8673000
Италія	56250	5095000
Испанія	222900	20193000
Прочія государства	27575	2499000
Азія:		
Японія	56500	5120000
Австралія	605400	54844000
Сѣверная и Средняя Америка:		
Соединенные Штаты	1819208	164833000
Мексика	1286842	116600000
Прочія государства	150199	13608000
Южная Америка:		
Боливія	638000	57804000
Чили	151500	13725000
Перу	105181	9530000
Прочія государства	88690	8035000
Всего	5789674	524559000

Принятіе золотой валюты представляетъ, однако, извѣстныя неудобства для всего свѣта. Опытъ показалъ, что чеканка золотыхъ монетъ въ 5 марокъ и ниже представляется неудобною, такъ какъ монеты получаются при этомъ слишкомъ мелкими. Если допустить *отношеніе стоимости серебра къ золоту* равнымъ 1:15,5 и принять въ разсчетъ, что золото почти въ два раза тяжелѣе серебра, то объемъ золотой монеты будетъ составлять всего $^1/_{30}$ объема равноцѣнной съ ней серебряной монеты, почему изъ золота чеканятся только монеты въ 10 марокъ и выше. Представляется поэтому необходимымъ, кромѣ никкеля, мѣди, бронзы и другихъ малоцѣнныхъ металловъ, изъ которыхъ чеканятся мелкія монеты, имѣть еще какой-либо металлъ для чеканки монеты отъ 50 пфениговъ до 3 марокъ. Во всѣхъ странахъ и во всѣ времена такая монета чеканилась изъ серебра, которое является наиболѣе удобнымъ для этой цѣли, какъ по своимъ естественнымъ свойствамъ, такъ и по стоимости. Въ настоящее время вѣсъ серебряныхъ монетъ разсчитанъ по цѣнѣ серебра 179 мар. за килограммъ, между тѣмъ какъ дѣйствительная его стоимость 80 мар. за килограммъ. Монета въ 3 марки стоитъ такимъ образомъ всего 1,34 марки, между тѣмъ государство обязано при размѣнѣ на золото платить за нее полныя 3 марки. Такое положеніе вещей не можетъ быть долго терпимо, такъ какъ оно представляетъ слишкомъ много соблазна для поддѣлки монеты. Далѣе при колебаніи цѣнъ на серебро послѣднее можетъ еще сохранить значеніе для торговли внутри государства, для внѣшней же торговли серебряная монета является уже абсолютно непригодной, такъ какъ она теряетъ свой характеръ монеты, превращаясь въ товаръ, цѣна котораго подвергается значительнымъ колебаніямъ.

Представляется поэтому крайне желательнымъ, чтобы начавшіеся уже давно международные переговоры о мѣрахъ, способныхъ противодѣйствовать пониженію цѣнъ на серебро, привели къ какимъ нибудь положительнымъ результатамъ. Фиксированье цѣнъ на серебро, оказавъ большую услугу горному дѣлу, представляло бы большія удобства и для денежнаго обращенія всѣхъ странъ. Вопросъ объ уничтоженіи перепроизводства серебра представляется поэтому однимъ изъ важнѣйшихъ вопросовъ народнаго хозяйства въ различныхъ странахъ.

Добыча золота.

Золото встрѣчается чаще всего въ самородномъ видѣ въ формѣ чешуекъ, небольшихъ зеренъ и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ въ видѣ большихъ кусковъ, называемыхъ самородками; въ жилахъ золото встрѣчается такъ же въ видѣ пластинъ и проволокъ. Среди мѣсторожденій золота различаютъ коренныя, гдѣ золотоносныя породы залегаютъ въ формѣ жилъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ Зибенбюргенѣ и многихъ другихъ мѣсторожденіяхъ, въ формѣ пластовъ, какъ въ Трансваалѣ, и наносныя розсыпи. Въ послѣднихъ мѣсторожденіяхъ частицы золота разсѣяны въ пескѣ и другихъ обломочныхъ породахъ, происшедшихъ отъ разрушенія коренныхъ мѣсторожденій и отложившихся по русламъ рѣкъ на Уралѣ, въ Калифорніи, Австраліи и другихъ мѣстахъ земного шара. Собственно золотыхъ рудъ весьма немного и онѣ представляютъ собою обыкновенно соединенія золота съ теллуромъ, среди которыхъ встрѣчаются чаще другихъ листоватая руда и сильванитъ, или письменнатая руда, мелкіе кристаллики которой образуютъ часто нѣчто въ родѣ письменъ на плоскостяхъ трещиноватости въ жилахъ Зибенбюргена. Золото встрѣчается часто въ видѣ примѣсей къ сѣрному и мышьяковому колчедану и сурьмяному блеску, которые въ этомъ случаѣ представляются заслуживающими разработки.





179. **Медаль изъ теллура.**

По сравненію съ общей добычею золота, количество послѣдняго, извлекаемое изъ колчедановъ, представляется, правда, ничтожнымъ, но зато содержаніе его въ колчеданахъ отличается большимъ постоянствомъ, что выгодно отличаетъ мѣсторожденія этого типа отъ жильныхъ и розсыпныхъ мѣсторожденій самороднаго золота, гдѣ содержаніе этого послѣдняго подвержено значительнымъ колебаніямъ.

Здѣсь будетъ умѣстно сказать нѣсколько словъ о постоянномъ спутникѣ золота, теллурѣ.

Примѣсь теллура слѣдуетъ признать, вообще говоря, крайне нежелательной, такъ какъ присутствіе этого элемента сильно затрудняетъ извлеченіе золота, между тѣмъ какъ получающійся при этомъ теллуръ не имѣетъ сбыта, примѣняясь исключительно лишь для нѣкоторыхъ физическихъ приборовъ. Съ цѣлью привлечь вниманіе потребителей къ теллуру, управленіе королевскими рудниками и заводами въ Хемнитцѣ въ Венгріи изготовило нѣсколько медалей изъ него для вѣнской выставки 1896 г., но это обстоятельство не расширило потребленія этого элемента. Вокругъ медали (см. фиг. 179) имѣется подпись: „Венгерскій королевскій заводъ въ Хемнитцѣ.“ Въ настоящее время на рудникахъ Зибенбюргена получается ежегодно до 100 килогр. теллура, покупаемаго, исключительно, для лабораторныхъ цѣлей.

Самородное золото окрашено въ красивый желтый цвѣтъ, который стано-

вится болѣе свѣтлымъ при возрастаніи процентнаго содержанія серебра. Въ позднѣйшее время въ нѣкоторыхъ мѣсторожденіяхъ западной Австраліи было найдено золото темно-бураго цвѣта, похожаго на цвѣтъ французской горчицы, откуда оно и получило свое названіе: „Mustard-Gold.“

По отношенію къ постоянству своего содержанія и трудности разработки различаются три типа мѣсторожденій золота. Наиболѣе легко добывается золото изъ розсыпей. Необходимое для извлеченія золота измельченіе породы здѣсь выполнено природой и содержащееся въ этихъ мѣсторожденіяхъ золото въ видѣ чешуекъ и, изрѣдка, самородковъ легко отдѣляется отъ окружающей породы промывкой и амальгамаціей.

Пользуясь гидравлической работой для добычи песку, мы можемъ вести разработку въ большомъ масштабѣ, что дѣлаетъ ее выгодною даже при ничтожномъ содержаніи золота и такимъ образомъ еще увеличиваетъ значеніе розсыпныхъ мѣсторожденій этого металла. На ряду съ крупными розсыпными работами представляются вполнѣ возможными и мелкія, такъ называемыя старательскія работы, сыгравшія большую роль въ развѣдкѣ золотоносныхъ розсыпей. Невыгодною для разработки розсыпей особенностью является крайне неравномѣрное распредѣленіе золота въ нихъ и ограниченные размѣры отдѣльныхъ розсыпей, что не позволяетъ разсчитывать на сколько нибудь продолжительную эксплуатацію.

Въ жилахъ (пластообразныя залежи разрабатываются въ настоящее время только въ Трансваалѣ), золото сопровождается обыкновенно колчеданами и кварцемъ, являясь разсѣяннымъ въ породѣ въ видѣ небольшихъ зеренъ и, лишь изрѣдка образуя самородки, болѣе или менѣе значительной величины.

Во всѣхъ этихъ жилахъ можно различить двѣ части: верхнюю близкую къ поверхности земли и части болѣе глубокія. Въ верхней части вслѣдствіе процессовъ вывѣтриванія сѣрный колчеданъ исчезъ, замѣнившись охристыми соединеніями желѣза и золото содержится въ самородномъ видѣ въ трещинахъ кварца. Обработка такой руды представляется нѣсколько болѣе трудной, чѣмъ обработка золотоноснаго песку, но самый процессъ извлеченія золота по существу простъ и заключается въ измельченіи руды, ея промывкѣ и улавливаньи свободныхъ частицъ золота амальгамаціею. Запасы такого самороднаго золота представляются однако крайне ограниченными, такъ какъ процессы вывѣтриванія не распространялись на глубину болѣе 100 метровъ отъ выхода жилы, а въ большинствѣ случаевъ не достигали и этой глубины. Въ болѣе глубокихъ частяхъ жилы, сохранившихъ свой первоначальный составъ, рудное вещество встрѣчается въ видѣ колчеданистыхъ соединеній, главнѣйше въ видѣ сѣрнаго колчедана, къ которому примѣшивается свинцовый блескъ и цинковая обманка. Золото является здѣсь химически соединеннымъ съ колчеданами, и обработка руды представляетъ больше трудностей, такъ какъ она нуждается въ обжигѣ, дабы сдѣлать части золота свободными и способными къ амальгамаціи. Значительные запасы золота, содержащіеся въ этихъ глубокихъ частяхъ жилъ, дѣлаютъ, правда, разработку ихъ болѣе устойчивой и надежной, но за то и требующей большихъ затратъ, такъ какъ съ глубиною разработки растутъ расходы по доставкѣ добытаго матеріала, крѣпленію рудничныхъ выработокъ и водоотливу. Если къ этому прибавить быстрое возрастаніе температуры, которое, какъ это было, напримѣръ, въ Комштоккѣ, полагаетъ предѣлы разработки, то всего сказаннаго будетъ достаточно для доказательства справедливости того мнѣнія, что разработка золотоносныхъ жилъ на большой глубинѣ можетъ быть предметомъ только крупной промышленности, обладающей большими капиталами.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію отдѣльныхъ разработокъ, мы ука-

жемъ, что разработки эти въ послѣднее время значительно развились и привлекли большіе капиталы къ участію въ нихъ. Вездѣ, гдѣ только открываются признаки золота, являются уполномоченные различныхъ капиталистовъ съ заявками о желаніи пріобрѣсти право на разработку и составляются компаніи съ этою цѣлью. Къ сожалѣнію, уже при первыхъ благопріятныхъ извѣстіяхъ, спекуляція значительно преувеличиваетъ значеніе и богатство разработокъ и цѣнность бумагъ компаніи быстро растетъ, часто безъ достаточныхъ основаній. Правильная оцѣнка мѣсторожденій золота представляетъ большія затрудненія, такъ какъ мѣсторожденія эти даже при весьма небольшомъ, часто совершенно незамѣтномъ на глазъ, содержаніи золота представляются заслуживающими разработки. Такъ сколько нибудь значительныя жильныя мѣсторожденія считаются благонадежными уже при содержаніи золота 10 гр. въ тоннѣ руды, что составляетъ всего 0,001%, а мѣсторожденія розсыпныя даже при содержаніи 1 гр. въ тоннѣ. Понятно, что доказать присутствіе такого незначительнаго количества золота представляется дѣломъ затруднительнымъ, требуетъ тщательныхъ изслѣдованій и промывки большого количества породы.

Спекулятивный духъ, сопровождающій занятія разработкой золотоносныхъ мѣсторожденій, заставляетъ лицъ, занимающихся изслѣдованьемъ мѣсторожденій, относиться съ крайней осторожностью къ своему дѣлу. Случаи обмана со стороны продавцевъ, желающихъ показать свои мѣсторожденія болѣе богатыми, повторяются такъ часто въ золотомъ дѣлѣ, что въ техникѣ выработался особый терминъ: „посолить мѣсторожденіе", что представляется особенно легкимъ въ примѣненіи именно къ мѣсторожденіямъ золота, такъ какъ послѣднее встрѣчается въ нихъ въ видѣ мельчайшихъ частицъ. Въ шурфъ, который проводится съ цѣлью изслѣдованія розсыпи, или непосредственно въ пробу, которая берется для промывки, бросается щепотка золотой пыли, иногда даже мелкое золото вводится искусственно въ коренную породу и горе тому горному инженеру, который поддастся на эту удочку и не различитъ обмана. Его довѣрители часто слѣдятъ за нимъ и довѣріе къ нему, какъ человѣку опытному, подрывается навсегда. Предотвратить это можетъ только тщательное изслѣдованье во многихъ мѣстахъ, взятіе пробъ бурами, тщательный надзоръ и иногда непосредственное участіе въ работахъ по добычѣ коренныхъ породъ и тщательное храненіе образцовъ. Бывали случаи искусственной примѣси золота къ реагентамъ, которыми производится изслѣдованье породъ, почему представляется наиболѣе надежнымъ изслѣдовать на мѣстѣ только часть пробъ, посылая дубликаты въ тщательно запакованномъ видѣ предпринимателямъ для производства контрольныхъ пробъ. Особенно осторожнымъ нужно быть при изслѣдованьи мѣсторожденій въ совершенно новыхъ мѣстахъ, такъ какъ здѣсь обманы особенно часты. Такъ облетѣвшее въ 1897 году всѣ ежедневныя газеты извѣстіе объ открытіи новыхъ богатыхъ мѣсторожденій золота въ одномъ изъ хребтовъ Южной Германіи основывалось на такомъ обманѣ. Обманъ былъ здѣсь, правда, сдѣланъ крайне примитивно и легко открылся. Подброшены были опилки золота отъ монетъ, содержащіе до 10% мѣди, чего никогда не бываетъ въ самородномъ золотѣ, кромѣ того на частицахъ золота можно было видѣть въ увеличительное стекло слѣды напильника! Гораздо искуснѣе обманы въ странахъ, гдѣ имѣется разработка золота, такъ какъ здѣсь подбрасываютъ самородное золото, полученное съ вашгердовъ.

Добыча золота промывкою розсыпей началась въ глубокой древности и существовала уже у наиболѣе старыхъ культурныхъ народовъ. Можно даже сказать, что поиски на розсыпное золото и разработка розсыпей производились этими народами такъ основательно, что мы въ настоящее время уже не имѣемъ запасовъ этого золота въ странахъ со сколько нибудь древней куль-

турой и всѣ наши разрабатывающіяся розсыпи находятся за предѣлами этихъ странъ. Кромѣ розсыпей въ древности разрабатывались и жильныя мѣсторожденія золота. Такъ намъ извѣстно изъ сочиненій Плинія, что Испанія доставляла въ римскую казну ежегодно до 10 000 кгр. золота, получавшагося промывкою розсыпей по берегамъ рѣкъ Таго и Дуэро; богемскія розсыпи, разрабатывавшіяся въ періодъ времени съ 8 по 15 столѣтіе и приносившія, особенно тѣ изъ нихъ, которыя расположены близъ города Пизека, большой доходъ предпринимателямъ, въ настоящее время совершенно выработались. Разработка жильныхъ мѣсторожденій Богеміи даетъ въ настоящее время лишь небольшое и крайне колеблющееся количество этого металла, составившее въ 1896 году всего 40 килограммовъ. Времена, когда розсыпи разрабатывались по берегамъ Рейна и Дуная, также давно прошли и въ настоящее время разрабатываются старательскими работами лишь немного розсыпей по среднему теченію Дравы. По Gönzi (Ethnologische Mitteilungen aus Ungarn) среди жителей этой части Кроаціи осталось еще около 400 человѣкъ, занимающихся промывкою розсыпей. Обыкновенно на работу выходятъ двое, добываютъ песокъ лопатой и, замѣтивъ въ немъ нѣсколько чешуекъ золота, устанавливаютъ наклонно доску, снабженную бортами; одинъ изъ нихъ накладываетъ песокъ на верхнюю часть доски, а другой поливаетъ сверху ковшами воду. Легкій песокъ сносится съ доски, болѣе же тяжелыя части, содержащія золото, остаются въ поперечныхъ желобахъ и сгребаются метелкой въ лотокъ. Дома обогащенный золотой шлихъ еще разъ промывается на лоткѣ и золото улавливается ртутью. Получившаяся амальгама продавливается черезъ тряпку и выпаривается на кирпичѣ. Мѣстное казначейство принимаетъ золото, причемъ старатели зарабатываютъ такимъ путемъ отъ 50 крейцеровъ до 1 гульдена 20 крейцеровъ въ день. Несмотря на такой небольшой, сравнительно, заработокъ, величина котораго еще уменьшается, вслѣдствіе необходимости прекращать работу зимою, эти люди остаются вѣрными своему промыслу, къ которому ихъ привлекаетъ возможность свободной, независимой жизни и возможность, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, заработать нѣсколько больше.

Изъ разработокъ золота въ Европѣ, кромѣ русскихъ, о которыхъ рѣчь впереди, имѣютъ значеніе венгерскія разработки въ Зибенбюргенѣ и особенно въ Тавернѣ. Въ Зибенбюргенѣ разрабатываютъ жилы, въ которыхъ содержится золото самородное, или въ видѣ соединенія съ теллуромъ. Замѣчательнѣйшими изъ мѣсторожденій являются Хемницъ, Нагибайа, Фельсобанія, Верошпатакъ и Нагіагъ. Содержаніе золота въ рудѣ, не считая отдѣльныхъ богатыхъ частей, составляло въ 1896 году до 8—9 гр. въ тоннѣ руды и годовая добыча составила 3172 килограмма.

Мѣсторожденія золота въ Тавернѣ, гдѣ разрабатываются жилы, залегающія въ гнейсахъ, расположены на вершинахъ Альпъ. Нынѣ разрабатываются только два мѣсторожденія въ Гаштейнской долинѣ: мѣсторожденіе Радгаусбергъ близъ Бокштейна и Высокая золотая гора въ Раурисѣ, причемъ на послѣднемъ изъ нихъ рѣшено открыть штольнею болѣе глубокіе горизонты для разработки. Добыча золота въ настоящее время находится въ упадкѣ и въ 1896 г. получилось всего 27,6 килогр. золота, не считая золота полученнаго при промывкѣ рудъ, которыя продаются во Фрейбергъ. Если же путешественникъ обойдетъ въ сопровожденіи проводника изъ старыхъ рабочихъ окрестности, то онъ всюду натыкается на старыя разработки, слѣды которыхъ встрѣчаются даже въ области вѣчнаго снѣга на высотѣ 3000 метровъ надъ уровнемъ моря. По разсказамъ старинныхъ хроникъ стоимость добываемаго здѣсь золота составляла въ 16-мъ столѣтіи нѣсколько милліоновъ гульденовъ. Владѣльцы этихъ рудниковъ отличались большимъ богатствомъ и силою. Жизнь горнорабочихъ этой страны съ ихъ первобытной обстановкой и суевѣріями хорошо

обрисована въ разсказѣ Schweiger-Lerchenfeld'a: „Tauern Gold". Geschichte aus dem Knappenleben in den Hochalpen.

„Нашъ проводникъ такъ же привязанъ всѣмъ сердцемъ къ старымъ работамъ и твердо вѣритъ, что счастливыя времена разработки снова возродятся. Мы охотно слѣдуемъ его приглашенію посѣтить одну изъ старыхъ штоленъ, находящуюся вблизи. Онъ зажигаетъ свѣчи и мы карабкаемся по штольнѣ. Вскорѣ, однако, мы ощущаемъ, что идемъ по гладкому льду и, когда оглядываемся, видимъ блескъ тысячи бѣлыхъ ледяныхъ табличекъ на стѣнахъ и кровли выработки. Таблички имѣютъ всего нѣсколько милиметровъ толщины, но достигаютъ размѣровъ ладони, имѣя при этомъ правильную шестиугольную



180. **Добыча и промывка золотоноснаго песку на Уралѣ.** Старательскія работы.

форму. Великолѣпный блескъ и игра ихъ при свѣтѣ свѣчей не поддаются описанію и мы, какъ очарованные, подвигаемся нѣсколько дальше, пока не наткнемся на толстые ледяные сталактиты, спускающіеся съ кровли и преграждающіе путь. Съ большимъ сожалѣніемъ растаемся мы съ этимъ зрѣлищемъ и возвращаемся назадъ". (Resultate der Untersuchung des Bergbauterrains in den Hohen Tauern.)

Въ Европѣ золото добывается въ сколько нибудь значительномъ количествѣ только по западному склону Урала, въ губерніяхъ Пермской и Оренбургской. Въ 20 годахъ началась добыча на восточномъ склонѣ въ Березовскѣ (добывалось 320 кгр. въ годъ) въ 1830 — въ западной и вскорѣ затѣмъ въ восточной Сибири. Добыча жильнаго золота въ Россіи еще слабо развита и составляетъ всего 6—7 % общей добычи золота въ этой странѣ, сосредоточиваясь главнѣйше въ Оренбургской губерніи. Напротивъ того добыча розсыпного золота, для которой открыты почти неизмѣримыя пространства, пріобрѣтаетъ все большее значеніе и въ настоящее время Россія занимаетъ

по добычѣ золота четвертое мѣсто среди государствъ земного шара, слѣдуя непосредственно за Америкой, Трансваалемъ и Австраліей. Годовая производительность золота доходитъ до 16 000 клг.

Неустройства Сибирской жизни, искусственная, строго охраняемая русскимъ правительствомъ замкнутость этой страны, суровый климатъ, недостатокъ въ путяхъ сообщенія и наконецъ то обстоятельство, что многія розсыпи здѣсь покрыты мощнымъ слоемъ новѣйшихъ отложеній, сильно затруднили развитіе мелкой промышленности и способствовали возникновенію крупныхъ компаній. Въ Сибири не было никогда такого наплыва золотопромышленниковъ, какой наблюдался въ Калифорніи и Австраліи.

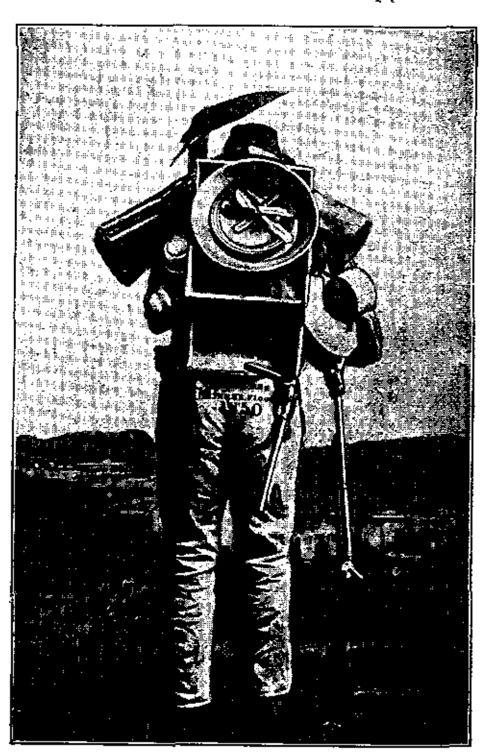
Условія напластыванія, размѣры розсыпей, а равно и содержаніе золота въ пескѣ крайне разнообразны. Содержаніе золота равно въ среднемъ 1,5 гр. въ 1000 килограммахъ песку, доходя на нѣкоторыхъ розсыпяхъ Олекминской системы до 6,5 гр. На фигурѣ 180 представлена добыча и промывка золотоноснаго песку на небольшихъ (старательскихъ) пріискахъ Урала. Рабочіе достаютъ песокъ со дна рѣки большими черпаками и по помосту, крайне простого устройства, доставляютъ его въ тачкахъ къ золотопромывательному станку, гдѣ онъ кладется на сито. Мальчикъ справа накачиваетъ насосомъ воду, необходимую для промывки, двѣ женщины перемѣшиваютъ песокъ на рѣшетѣ и убираютъ остающіяся на немъ крупныя гальки. Мелкій матеріалъ поступаетъ сквозь рѣшето на наклонный станокъ, гдѣ онъ промывается водою, причемъ рабочій скребкомъ, состоящимъ изъ дощечки на длинной рукояткѣ, истираетъ вязкіе глинистые комки песку и освобождаетъ находящіяся въ нихъ частицы золота. Легкій песокъ сносится водою, болѣе же тяжелыя части вмѣстѣ съ частицами золота остаются въ поперечныхъ желобахъ станка. Время отъ времени содержимое желобовъ выгребается въ лотки, промывается въ большихъ желѣзныхъ ложкахъ и мелкое золото улавливается ртутью. Такія работы представляются выгодными въ томъ только случаѣ, если золотоносный пластъ находится непосредственно на поверхности или на днѣ рѣки. Если же золотоносный пластъ прикрытъ мощнымъ слоемъ болѣе новыхъ отложеній, то работа удорожается и добыча становится невыгодною для мелкихъ промышленниковъ.

Большинство розсыпей разрабатываются открытыми работами и лишь въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда толщина прикрывающихъ пластъ наносовъ слишкомъ велика (она иногда доходитъ до 40 и болѣе метровъ), приходится прибѣгать къ подземной разработкѣ, причемъ часто представляется необходимымъ пользоваться весьма сильными машинами для отлива воды.

Съ технической стороны представляетъ интересъ примѣняемый въ восточной Сибири при изслѣдованьи розсыпей способъ проведенія шурфовъ, основанный на пользованіи продолжительными и сильными морозами, свойственными климату этой страны. Верхній слой земли, особенно песчанистый является въ гористой южной части Сибири промерзшимъ нерѣдко до нѣсколькихъ метровъ глубины и вслѣдствіе этого твердымъ, какъ камень. Проводъ шурфовъ производится зимою, для чего снаряжаются особыя поисковыя партіи рабочихъ съ необходимымъ запасомъ провіанта и инструментовъ и доставляются на небольшихъ санкахъ къ развѣдываемой площади, отстоящей, иногда, за нѣсколько верстъ отъ всякаго жилья. Когда мѣста для шурфовъ назначены, приступаютъ къ постройкѣ жилищъ и заготовкѣ дровъ, большого запаса которыхъ требуетъ самый способъ проведенія шурфовъ. Около каждаго шурфа строится навѣсъ, состоящій часто изъ одной стѣны, защищающей рабочихъ при промывкѣ пробъ отъ господствующихъ вѣтровъ. Каждая партія рабочихъ должна углубить отъ 3-хъ до 4-хъ шурфовъ въ зиму. Съ наступленіемъ сильныхъ холодовъ начинается работа углубленіемъ шурфовъ помощью кайлъ, причемъ поверхность земли вокругъ шурфа очищается отъ снѣга, дабы облегчить дѣйствіе мороза на породу. Достигнувъ горизонта вѣчно мерзлой почвы, которая

съ трудомъ поддается ударамъ кайлъ, разводятъ на днѣ шурфа костеръ, зажигаютъ его, послѣ чего лопатами и кайлами уже легко добывается оттаявшая порода и углубленіе шурфа можетъ подвинуться на 10—15 сантиметровъ. Затѣмъ дно шурфа оставляютъ дня на 2 на 3 свободному дѣйствію мороза, послѣ чего вновь протапваютъ и углубляютъ дальше. Смотря по свойствамъ породы, опытные рабочіе проходятъ въ зиму шурфы глубиною до 24 метровъ, причемъ здѣсь нѣтъ необходимости въ какихъ бы то ни было приспособленіяхъ для отливки воды. Во время углубки шурфовъ необходимо постоянно брать пробы отъ поднятой на поверхность размягченной породы и промывать ихъ, что при суровомъ сибирскомъ морозѣ представляетъ большія затрудненія





181 и 182. **Искатели золота въ Калифорніи въ походномъ вооруженіи.**

и производится горячей водой, достаточный запасъ которой всегда имѣется въ большихъ котлахъ. Кромѣ случающихся иногда затопленій шурфа водою, работѣ больше всего мѣшаютъ частыя въ этомъ климатѣ снѣжныя бури, засыпающія шурфы и всю окрестность слоемъ снѣга иногда въ нѣсколько метровъ толщиною. При наступленіи такихъ бурь устье шурфовъ должно быть плотно закрыто, дабы снѣгъ не попадалъ въ шурфъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ слой снѣга будетъ предохранять почву шурфа отъ замораживанья. По тѣмъ же причинамъ по окончаніи бури стараются возможно скорѣе очистить отъ снѣга площадь вокругъ шурфа. Большія затрудненія встрѣчаются также тогда, когда работами натолкнутся на большіе камни, такъ какъ послѣдніе приходится вытаскивать изъ шурфа.

По даннымъ шурфовки составляютъ планъ разработки развѣданной розсыпи.

Подобнымъ же способомъ углубляются шурфы и въ днѣ рѣкъ для изслѣдованья песковъ, его составляющихъ и, какъ это ни кажется страннымъ, но примѣненіе этого способа даетъ возможность углублять шурфы, такъ ска-

зать, въ самой рѣкѣ. Съ этою цѣлью съ поверхности въ выбранномъ мѣстѣ снимаютъ слой льда, куски котораго складываютъ вокругъ шурфа въ родѣ вала. Далѣе шурфъ промораживаютъ и по прошествіи нѣсколькихъ дней углубляютъ дальше. Поступая такимъ образомъ, проводятъ шурфъ до дна рѣки и здѣсь углубляютъ его дальше, поступая по вышеописанному. Въ самой рѣкѣ стѣнки шурфа являются такимъ образомъ составленными изъ слоя льда достаточной толщины. Валъ вокругъ устья шурфа имѣетъ цѣлью предохранить послѣдній отъ воды, появляющейся иногда на поверхности льда.

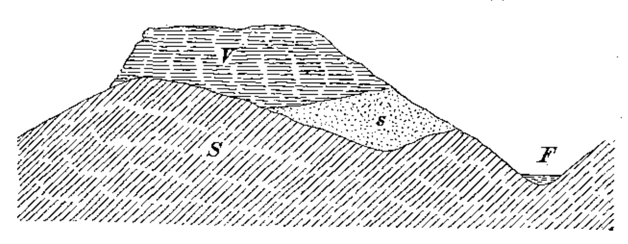


183. **Проба на содержаніе золота промывкою песка въ лоткѣ.**

Соединенные штаты Сѣверной Америки занимаютъ уже нѣсколько лѣтъ первое мѣсто по количеству добываемаго золота. Добыча золота производится во многихъ штатахъ, но первое мѣсто среди нихъ принадлежитъ штатамъ Калифорнія и Колорадо, изъ которыхъ въ каждомъ добывается примѣрно $^1/_3$ общей добычи золота во всемъ государствѣ. Самое развитіе золотопромышленности здѣсь шло совершенно инымъ путемъ, чѣмъ въ Россіи.

При первомъ извѣстіи объ открытіи мѣсторожденій золота въ Калифорніи, распространившемся весною 1848 года, въ эту, дотолѣ малонаселенную, а мѣстами и совершенно неизвѣстную страну, хлынула масса мелкихъ золотопромышленниковъ. Золотая лихорадка съ небывалой до того времени силой охватила все населеніе штатовъ. Снабженные только необходимыми инструментами и оружіемъ (фиг. 181 и 182), двинулись золотоискатели въ пустыню. Все имущество этихъ людей кромѣ пары здоровыхъ рукъ состояло изъ лотка

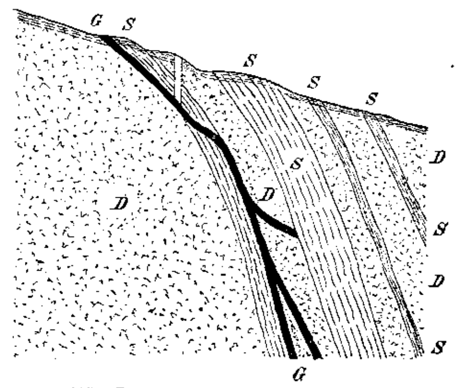
и станка для промывки золота, теплой куртки, лопаты и кайлъ для добычи песку, горшка для варки пищи, консервовъ, ружья, пары револьверовъ и ножа для защиты. Они пробовали песокъ промывкою въ лоткѣ (фиг. 183) до тѣхъ поръ, пока счастливые изъ нихъ не находили давно желаннаго золота. Сколько людей погибло отъ различныхъ лишеній и какъ мало изъ нихъ достигло своей цѣли и скопило столько, чтобы обезпечить себѣ безбѣдное существованіе. Къ лишеніямъ отъ недостатка съѣстныхъ припасовъ присоединилась еще крайняя необезпеченность жизни. Вмѣстѣ со многими честными людьми на поиски за золотомъ пустились всякіе авантюристы, люди, которымъ нечего терять, люди не брезгавшіе никакими средствами для наживы, не останавливавшіеся для этой цѣли передъ грабежемъ, предательствомъ и даже убійствомъ. Изображеніе нравовъ этой эпохи имѣется во многихъ разсказахъ того времени.



184. **Древняя розсыпь въ Калифорніи.**
S сланецъ, *s* золотосодержащій песокъ, *V* покровъ новѣйшихъ вулканическихъ породъ. *F* современное русло рѣки.

Добыча золота въ Калифорніи представляетъ типичный примѣръ, развившейся необычайно быстро и столь же быстро отступившей на второй планъ разработки розсыпей.

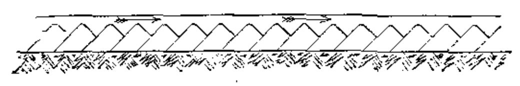
Послѣ открытія розсыпей въ 1848 году, добыча золота здѣсь начала быстро развиваться. Въ 1850 г. добыча составила 62 535 килогр., а въ 1852 г. достигла своего максимума 124 568 килогр. Значеніе этой послѣдней цифры будетъ понятно, если мы скажемъ, что общая міровая производительность золота въ 1852 году была 198 315 килогр., и что, такимъ образомъ, добыча золота въ Калифорніи составляла въ то время около $^2/_3$ общей добычи этого металла на всемъ земномъ шарѣ. Но добыча эта сократилась столь же быстро, какъ и поднялась, такъ какъ золотопромышленники, въ погонѣ за легкимъ и быстрымъ обогащеніемъ, разрабатывали только богатыя мѣсторожденія, которыя быстро выработались, особенно, тѣ изъ нихъ, которыя представлялись удобными для мелкой промышленности. Уже въ 1855 г. добыча золота уменьшилась до 83 000 килогр., въ 1862 г. до 59 000 и, понижаясь все болѣе и болѣе, дошла въ настоящее время до 20 000 килогр. въ годъ.



185. **Разрѣзъ материнской жилы въ Калифорніи.**
G жила, *D* діабазъ, *S* сланецъ.

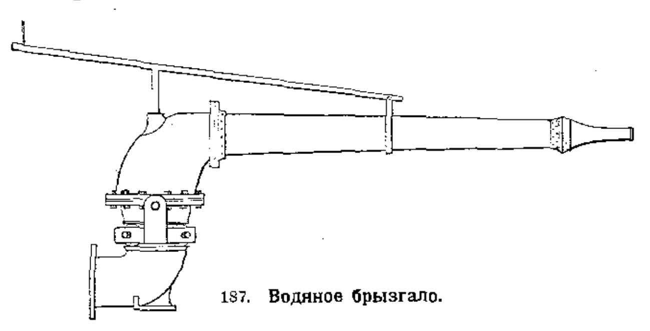
Первыми начали разрабатываться, открытыя во многихъ мѣстахъ розсыпи, расположенныя по русламъ и берегамъ рѣкъ; вскорѣ затѣмъ были открыты розсыпи среди болѣе древнихъ отложеній, вѣроятно, третичной системы, расположенныя по русламъ современныхъ этому періоду рѣкъ и прикрытыя во многихъ мѣстахъ покровами новѣйшихъ вулканическихъ породъ (см. фиг. 186). Эти древнія розсыпи пришлось разрабатывать уже подземными работами, которыя значительно удорожались необходимостью сильнаго крѣпленія для противодѣйствія обваламъ мягкихъ породъ. Лишь гораздо позже были

открыты коренныя мѣсторожденія золота, среди которыхъ первое мѣсто занимаетъ такъ называемая материнская жила, представляющая собою контактовую жилу, залегающую на соприкосновеніи діоритовыхъ и діабазовыхъ породъ. Мощность жилы доходитъ мѣстами до 10 и болѣе метровъ; по простиранію она прослѣжена на 120 километровъ, причемъ направленіе господствующаго простиранія — меридіональное. До глубины 40—60 метровъ, золото встрѣчается въ ней въ видѣ самороднаго золота, сопровождаясь разрушеннымъ сѣрнымъ колчеданомъ. Глубина разработокъ доходитъ мѣстами до 600 и болѣе метровъ, причемъ среднее содержаніе золота составляетъ примѣрно 100—200 граммовъ въ тоннѣ руды. Въ жилѣ замѣчается смѣна богатыхъ частей бѣдными, причемъ въ распредѣленіи первыхъ, по крайней мѣрѣ, до сихъ поръ не замѣчается никакой правильности. Материнская жила сопровождается свитою другихъ болѣе тонкихъ жилъ и сверхъ того открыта другая свита жилъ, простирающихся въ востоко-западномъ направленіи. Наши свѣдѣнія о составѣ золотоносныхъ породъ Калифорніи представляются, однако, крайне ограниченными, такъ какъ большая часть выходовъ этихъ породъ прикрыта болѣе новыми изверженными породами.



186. Желобъ съ каменными плитами для улавливанья золота.

Развитіе техники разработки золотоносныхъ розсыпей заслуживаетъ особаго нашего вниманія. Промывка въ露 лоткахъ и на ручныхъ качающихся станкахъ, состоящихъ изъ рѣшета, подъ которымъ находилась наклонная плаской съ поперечными желобами, была быстро оставлена, такъ какъ она давала слишкомъ небольшой заработокъ. Въ настоящее время этотъ способъ промывки примѣняется только китайцами, зарабатывающими на немъ отъ половины до цѣлаго доллара (2—4 марки) въ день. Къ разработкѣ розсыпей вскорѣ приступили крупныя компаніи и въ настоящее время ими добываются и обрабатываются съ выгодою громадныя массы песку съ содержаніемъ золота въ 1 и менѣе граммовъ въ тоннѣ песку. Стоимость обработки одной тонны составляетъ всего 10—34 пфенига. Способъ обработки заключается въ слѣдующемъ: рабочіе доставляютъ добытый матеріалъ къ головной части большихъ и длинныхъ шлюзовъ и кладутъ здѣсь на рѣшето. Крупныя гальки остаются на рѣшетѣ, а болѣе мелкія протираются имѣющимися механическими приспособленіями сквозь отверстія рѣшета и попадаютъ на наклонный шлюзъ, на который поступаетъ вода. Вода сноситъ болѣе легкія части; части же болѣе тяжелыя задерживаются положенными поперекъ шлюза лежнями. Чѣмъ длиннѣе шлюзъ, тѣмъ меньше потеря золота, почему шлюзы эти доходятъ въ послѣднее время до 100—300 метровъ длины. причемъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ шлюзы представляютъ собою каналы, выложенные изъ камня, дно которыхъ дѣлается изъ цемента и выкладывается подобно тому, какъ это представлено на фиг. 186. Часто для улавливанья золота примѣняется амальгамація, причемъ необходимая для этого ртуть помѣщается въ въ углубленія шлюзовъ, называемыя карманами.



137. Водяное брызгало.

Ручная работа замѣнена здѣсь машинной и при самой добычѣ породы. Дѣйствующей силой является вода, которая по водопроводамъ поступаетъ въ

особыя подвижныя брызгала (фиг. 187) и изъ нихъ мощной струей ударяетъ въ забой розсыпи.

Дѣйствуя механически, струя воды разрушаетъ породу, которая тою же самою водою сносится по желобамъ къ шлюзу. Такимъ способомъ обрабатывается до 30 милліоновъ кубическихъ метровъ породы ежедневно, причемъ о количествѣ затрачиваемой при этомъ воды мы получимъ нѣкоторое представленіе, если мы укажемъ, что въ зависимости отъ имѣющагося напора и свойства породъ, составляющихъ розсыпь, требуется 100 куб. метровъ воды, дабы добыть и промыть отъ 3 до 24 кубическихъ метровъ породы. Для доставки такого большого количества воды требуются, очевидно, спеціальныя устройства. Въ богатыхъ водою долинахъ рѣкъ воду изъ рѣки отводятъ помощью перемычекъ и доставляютъ къ розсыпи по каналамъ и желобамъ. Въ мѣстностяхъ, бѣдныхъ водою, пришлось собирать эту послѣднюю на большомъ пространствѣ, устраивая пруды для скопа воды и вести къ розсыпямъ водопроводы иногда въ 100 и болѣе верстъ длиною. Устройствомъ водопроводовъ занялись особыя компаніи, доставлявшія розсыпямъ воду примѣрно по цѣнѣ 2,40 — 2,50 марокъ за 100 литровъ. Такъ какъ нельзя было и думать объ устройствѣ освѣтительныхъ бассейновъ для такой массы воды, то результатомъ гидравлическаго способа добычи и обработки золотоносныхъ розсыпей явилось переполненіе рѣкъ въ сосѣднихъ долинахъ мутною водою, которая часто выступала изъ береговъ и затопляла и покрывала пескомъ сосѣднія пашни. *Гидравлическій способъ разработки розсыпей былъ поэтому* здѣсь въ 1883 году запрещенъ закономъ и вновь разрѣшенъ въ 1889 году лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ примѣненіе этого способа не затрагивало законныхъ интересовъ земледѣлія и судоходства.

Не смотря на указанное разрѣшеніе, гидравлическій способъ разработки розсыпи по всей вѣроятности никогда не достигнетъ своего прежняго развитія, тѣмъ болѣе, что за послѣднее время начали и въ Калифорніи обращать больше вниманіе на разработку жильныхъ мѣсторожденій, давшую прекрасные результаты въ наиболѣе новомъ золотопромышленномъ районѣ соединенныхъ штатовъ — Крипль Крикъ въ штатѣ Колорадо.

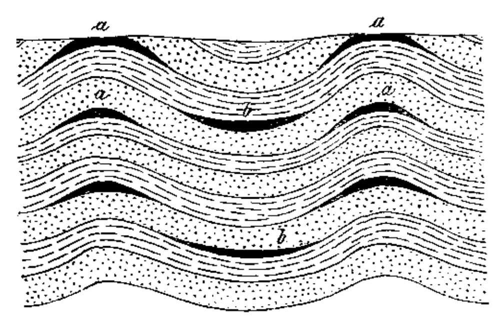
За послѣднее время Австралія стала конкурировать съ Америкой по количеству добываемаго золота. Золотоносныя мѣсторожденія Австраліи, подобно сѣверо-американскимъ, представляютъ собою древнія и новыя розсыпи и жильныя мѣсторожденія, а равно и штокообразныя и пластовыя залежи рудъ, богатыхъ золотомъ. Золото здѣсь впервые было найдено въ новомъ южномъ Валлисѣ въ 1841 году, за которымъ слѣдовало въ 50-хъ годахъ открытіе мѣсторожденій этого металла въ Викторіи, Южной Австраліи и Новой Зеландіи. Начиная съ 1863, открыты большіе запасы золота въ Квинслендѣ и лишь за нѣсколько лѣтъ до настоящаго времени выступаетъ въ качествѣ, *странъ добывающихъ золото,* западная Австралія. Добыча золота въ различныхъ частяхъ Австраліи приводится въ слѣдующей таблицѣ Rothwell'я.

Добыча золота въ Австраліи въ 1896 году:

Названіе колоній	Добыча въ кг.	Въ процентахъ къ общ. доб.
Викторія	23536	35,8
Квинслендъ	16375	24,9
Новый Южный Валлисъ . . .	8057	12,3
Западная Австралія	7826	11,9
Новая Зеландія.	7382	11,2
Тасманія.	1718	2,6
Южная Австралія	852	1,3
Всего	67746	100,0

Изъ таблицы легко видѣть, что первое мѣсто по добычѣ золота занимаетъ Викторія, затѣмъ Квинслендъ со своимъ замѣчательнымъ мѣсторожденіемъ Монтъ-Морганъ. Далѣе слѣдуютъ обладающія почти одинаковой производительностью Новый Южный Валлисъ, Западная Австралія и Новая Зеландія и наконецъ послѣднее мѣсто занимаютъ обладающія небольшой сравнительно добычею Тасманія и Южная Австралія. Въ Викторіи находятся представляющія большой интерессъ для геолога мѣсторожденія сѣдлообразной формы (такъ называемыя Saddle reefs) въ Вендиго. Почва мѣстности составлена изъ изогнутыхъ слоевъ, сланцевъ и песчаниковъ силурійской системы. Въ сѣдлахъ и котловинахъ (см. фиг. 188) залегаютъ чечевицеобразныя залежи руднаго кварца, содержащаго сѣрный колчеданъ съ самороднымъ золотомъ. Разработками, которыми въ настоящее время достигли глубины 600 метровъ, было встрѣчено нѣсколько горизонтовъ такихъ залежей.

Золотоносныя розсыпи Викторіи отличаются частымъ нахожденіемъ въ нихъ крупныхъ самородковъ золота. Здѣсь именно былъ найденъ самый большой самородокъ вѣсомъ около 70 килограммовъ и названный за свою величину, „Walkome Stranger", что значитъ: „Желанный пришелецъ".



188. **Мѣсторожденія золота въ Бендиго.**

Немного времени спустя послѣ того, какъ Іоганнесбургъ въ Трансваалѣ началъ привлекать къ себѣ толпы золотоискателей, было открыто новое Эльдорадо въ мѣстности Coolgardie (Западная Австралія) въ внутренней Австралійской котловинѣ примѣрно на 500 верстъ къ востоку отъ города Перта и гавани Фреемантль.

Промышленники должны были терпѣть всевозможныя лишенія, но и здѣсь сказалась золотая лихорадка: каждый день приводилъ новыя толпы поселенцевъ, со сказочной быстротою выростали на поверхности земли, бывшей дотолѣ пустынею, новые города съ роскошными лавками и гостинницами.

Почва здѣсь, повидимому, очень богата золотомъ, но вложенные капиталы, количество которыхъ много превышаетъ цифру въ 1 милліардъ франковъ, врядъ ли принесутъ большой процентъ своимъ владѣльцамъ такъ какъ богатства были, по обыкновенію, преувеличены и въ дѣло вложено слишкомъ много денегъ. Почва почти повсемѣстно покрыта розсыпями, съ различнымъ и подверженнымъ большимъ колебаніямъ содержаніемъ золота, прорѣзана по всевозможнымъ направленіямъ кварцевыми золотоносными жилами и наконецъ здѣсь имѣются пластообразныя мѣсторожденія золота среди конгломератовъ и песчаниковъ.

Особенно вредно сказывается на разработкѣ розсыпей здѣсь — отсутствіе воды, такъ какъ при этомъ условіи могутъ разрабатываться только очень богатыя розсыпи, содержащія золото въ видѣ крупныхъ частей, которыя только однѣ и могутъ быть извлечены сухою обработкою золотоноснаго песка. Этотъ способъ обработки (см. фиг. 189) представляетъ собою процессъ, напоминающій воздушное обогащеніе, причемъ воздушная струя получается помощью вентиляторовъ. Этимъ простымъ способомъ извлекается только часть имѣющихся здѣсь запасовъ золота. Для обработки (толченія и амальгамаціи) остальной части вода представляется необходимой и въ настоящее время въ Coolgardie воду ищутъ почти такъ же усердно, какъ и золото и ее находятъ въ гранитахъ. Въ настоящее время еще трудно дать рѣшительное заключеніе о мѣсторожденіяхъ Coolgardie, но, повидимому, наибольшее значеніе будетъ имѣть сѣверная часть

округа, извѣстная подъ именемъ Kalgoorli. Наиболѣе выгодною представляется разработка залежей въ конгломератахъ, обладающихъ мощностью въ 6 метровъ и содержащихъ часто нѣсколько унцій золота въ 1 тоннѣ породы, между тѣмъ какъ при современныхъ способахъ обработки содержаніе 0,4 унціи = 12 грам. въ тоннѣ породы уже обезпечиваетъ выгодность разработки. (Изъ частныхъ писемъ Gmehling'а въ Oesterreichische Zeitschrift 1897.)

Мѣсторожденія золота въ Трансваалѣ лишь въ послѣднее время обратили на себя вниманіе предпринимателей. Мѣсторожденія эти представляютъ собою типичныя пластовыя мѣсторожденія золота, залегающія среди древнихъ осадочныхъ породъ. Мѣсторожденія такого характера, но съ значительно меньшимъ содержаніемъ золота уже давно разрабатывались въ Аллеганскихъ горахъ и въ Дакотѣ.

Золото въ сопровожденіи сѣрнаго колчедана заключается въ пластахъ



189. **Сухое обогащеніе золотоноснаго песка въ Западной Австраліи.**

конгломератовъ, состоящихъ изъ кварцевыхъ галекъ, связанныхъ кремнистымъ цементомъ. Этотъ послѣдній и содержитъ въ себѣ золото въ большомъ количествѣ, но въ такомъ мелкомъ видѣ, что отдѣльныя частицы металла можно видѣть только въ лупу.

Вопросъ о томъ, представляютъ ли собою эти конгломераты розсыпи, образовавшіяся въ древнія геологическія эпохи, или же содержащееся въ нихъ золото импрегнировало пласты уже послѣ ихъ образованія, въ настоящее время еще не рѣшенъ. Мѣсторожденія этого типа, которыя лучше всего назвать золотоносными пластами, были открыты впервые близъ города Лейденбурга въ Южно-Африканскихъ республикахъ въ 1870 году. За періодъ времени 1875—77 гг. изъ этихъ мѣсторожденій добывалось золота на 1 милліонъ марокъ ежегодно. Вскорѣ въ 1884 году были открыты кварцевыя золотоносныя жилы близъ города Барбетона, что подняло успѣвшую за это время опуститься добычу золота до 1,4 милліона марокъ въ 1885 и до 2 милліоновъ въ 1886 году.

Но и эти мѣсторожденія отступили на второй планъ съ открытіемъ въ 1886 году мощныхъ залежей конгломератовъ близъ Витватерсранда.

Начиная съ этого времени добыча золота въ Южно-Африканскихъ республикахъ стала такъ сильно расти, что обратила на себя вниманіе всего свѣта.

Какъ и всегда въ странахъ съ быстро развивающеюся золотопромышленностью здѣсь выросъ со сказочной быстротой новый городъ Іоганнесбургъ, насчитывавшій въ апрѣлѣ 1887 года всего 3000, въ январѣ 1890 года — 25 000 и въ іюлѣ 1896 года уже 102 000 жителей. Среди этихъ послѣднихъ первое мѣсто по количеству занимаютъ европейцы 50 000, далѣе слѣдуютъ туземцы-кафры 43 000; затѣмъ азіаты 5000 и метиссы — 3000 челов. Какъ и вездѣ въ городахъ, населеніе которыхъ быстро растетъ вслѣдствіи имиграціи, число мужчинъ въ Іоганнесбургѣ значительно превышаетъ число женщинъ (79 000 мужчинъ противъ 23 000 женщинъ).



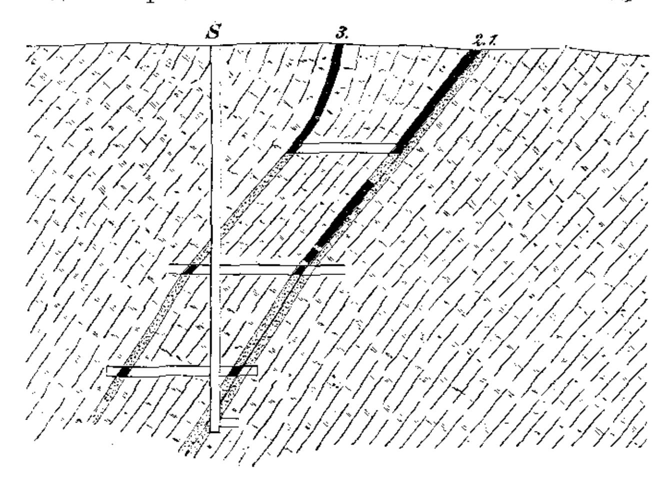
190. **Разработка открытыми работами въ Витватерсрандѣ въ Трансваалѣ.**

Золотоносные пласты залегаютъ здѣсь среди пластовъ кристаллическихъ сланцевъ, сѣрой вакки, песчаниковъ, конгломератовъ, кварцитовъ, известняковъ и зеленокаменныхъ породъ. Важнѣйшими изъ пластовъ являются въ настоящее время пласты золотоносныхъ конгломератовъ къ востоку и западу отъ Іоганнесбурга, прослѣженные на 80 верстъ по простиранію и состоящіе мѣстами изъ шести отдѣльныхъ пластовъ.

Мощность пластовъ и содержаніе золота въ нихъ сильно колеблются, что въ связи съ часто встрѣчающимися сбросами представляетъ большія затрудненія при пареллизаціи пластовъ. Мощность пластовъ измѣняется въ предѣлахъ отъ нѣсколькихъ сантиметровъ до нѣсколькихъ метровъ, достигая, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, до 30 и болѣе метровъ. Содержаніе золота измѣняется не только для различныхъ пластовъ, но и для одного и того же пласта по направленію простиранія, паденія и мощности послѣдняго и колеблется въ предѣлахъ отъ 1 до 100 и болѣе граммовъ въ тоннѣ породы. По Шмейсслеру, данныя котораго послужили для составленія настоящаго очерка

южно-африканскихъ мѣсторожденій, среднее содержаніе золота составляло, для періода времени съ 1892 по 93 годъ, около 19 гр. въ тоннѣ, причемъ нѣкоторые находящіеся въ особенно благопріятныхъ условіяхъ рудники разрабатывали съ выгодою мѣсторожденія съ содержаніемъ всего 7,5 гр. въ 1 тоннѣ.

Разработка велась сначала открытыми работами (см. фиг. 190), далѣе слѣдовала разработка наклонными шахтами, проведенными въ плоскости пласта и наконецъ, когда рудники достигли значительной глубины, перешли къ разработкѣ отвѣсными шахтами, изъ которыхъ ведутся квершлаги для достиженія пласта. Фиг. 191 представляетъ по Шмейсслеру поперечный разрѣзъ пластовъ. Подобно жильнымъ мѣсторожденіямъ, пластовыя мѣсторожденія Трансвааля состоятъ въ верхней части до глубины 40 метр. отъ поверхности изъ разложившихся колчедановъ, причемъ золото выдѣлилось изъ нихъ въ видѣ самороднаго золота и легко извлекается дробленіемъ и амальгамаціей. Корыта толчейныхъ ставовъ (фиг. 192) выложены мѣдными листами, покрытыми амальгамой; муть изъ корытъ поступаетъ на ступенчатые герды, дно которыхъ также выложено листами для улавливанья содержащагося въ мути золота. Получающаяся амальгама время отъ времени соскабливается съ листовъ и выпаривается для извлеченія золота. Съ углубленіемъ разработокъ получалось все болѣе и болѣе золота, химически соединеннаго съ колчеданомъ. Золото не извлекалось сполна амальгамаціей и для лучшаго извлеченія его остатки отъ этого процесса стали подвергать хлорирующему обжигу по способу, предложенному Платтнеромъ въ 1848 году. Въ 1888 году былъ изобрѣтенъ Макъ-Артуромъ и братьями Форрестъ процессъ извлеченія золота ціанистымъ каліемъ, улучшенный впослѣдствіи фирмою Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ и въ настоящее время въ Трансваалѣ, для обработки золота примѣняются оба названные способа.



191. **Разрѣзъ свиты золотоносныхъ пластовъ въ Іоганнесбургѣ.**

Большое. значеніе для разработки мѣсторожденій имѣло открытіе новой желѣзной дороги отъ мѣсторожденія къ бухтѣ Делагоа на восточномъ берегу Африки и продолженіе Южно-Африканской дороги отъ порта Елизаветы, черезъ Блумфонтейнъ, къ Іоганнесбургу. Открытіе каменноугольныхъ мѣсторожденій къ юго-востоку и востоку отъ Іоганнесбурга, близъ мѣстечка Боксбурга также имѣло большое значеніе для успѣшной разработки золотоносныхъ мѣсторожденій, при возрастающей глубинѣ рудниковъ и необходимости имѣть сильныя машины для водоотлива и подъема добытыхъ матеріаловъ. Въ 1893 г. изъ этихъ мѣсторожденій было добыто до 200 000 тоннъ угля. Глубина золотыхъ рудниковъ въ томъ же году едва доходила до 150 метровъ а въ концѣ 1896 года она составляла уже 300 метровъ.

На фиг. 193 представлено новое надшахтное устройство одной изъ наклонныхъ шахтъ.

Что касается до будущности Трансваальскихъ мѣсторожденій, то, при-

192. Толчеи компаніи „May Consolidated Co.“ близъ Іоганнесбурга.

193. Надшахтное устройство главной шахты той же компаніи.

нявъ во вниманіе доказанное буровыми работами присутствіе пласта на глубинѣ 1000 метровъ, а равно и умѣренное возрастаніе температуры и и притока воды съ глубиною, что въ свою очередь позволяетъ разсчитывать довести разработки до 1200 метровъ г. Шмейсслеръ опредѣляетъ запасъ золота въ наиболѣе развѣданной части Витватерсранда, простирающейся на 12 килом. въ 3 милліона килограммовъ, что составляетъ примѣрно 7 милліардовъ марокъ. Предположивъ далѣе, что добыча золота будетъ расти, примѣрно, въ той же прогрессіи, какъ и теперь, легко видѣть, что запасовъ золота только этой части мѣсторожденія можетъ хватить на 40 лѣтъ.

Ростъ ежегодной добычи золота въ Витватерсрандѣ видѣнъ изъ слѣдующей таблицы, данныя которой представляются, однако, не вполнѣ точными, частью по причинѣ отсутствія точныхъ о ней статистическихъ данныхъ, а частію и вслѣдствіе того обстоятельства, что золото, получаемое въ Трансваалѣ содержитъ до 12% примѣсей различныхъ веществъ.

Добыча золота въ Витватерсрандѣ

Года	Килограммы	Стоимость въ маркахъ
1887	719	1 665 000
1888	6 474	14 985 000
1889	11 495	26 608 000
1890	15 391	35 627 000
1891	22 683	52 507 000
1892	37 663	87 183 000
1893	45 987	106 450 000
1894	57 509	152 869 000
1895	63 589	171 975 000
1896	62 934	167 289 000
1897	87 000	244 860 000

Заканчивая сказаннымъ описаніе добычи золота, упомянемъ еще о вновь открытыхъ въ 1896 г. мѣсторожденіяхъ этого металла по берегамъ рѣкъ Юкона и Клодика на крайнемъ западѣ Канады. Несмотря на очень неблагопріятное расположеніе мѣсторожденій на крайнемъ сѣверѣ и на всю трудность добраться до нихъ по неизвѣстной и пустынной мѣстности, туда бросилась въ 1897 масса отважныхъ и предпріимчивыхъ золотоискателей. Какъ и всегда газеты наполнились извѣстіями о сказочномъ богатствѣ розсыпей и случаяхъ быстраго обогащенія отдѣльныхъ лицъ, упуская изъ виду обратные случаи полнаго раззоренія менѣе счастливыхъ ихъ соперниковъ. Золото встрѣчается здѣсь въ древнихъ розсыпяхъ, прикрытыхъ болѣе новыми породами, почему для достиженія золотоноснаго пласта здѣсь приходится вести шурфы, иногда довольно значительной глубины, пользуясь для этого оттаиваніемъ мерзлой почвы подобно тому, какъ это описано выше. Наплывъ людей въ 1897 году былъ такъ великъ, а продовольственныя средства края такъ незначительны, что уже зимою этого года промышленники ощущали большой недостатокъ въ средствахъ для пропитанія. Окончательное рѣшеніе вопроса о значеніи этихъ новыхъ мѣсторожденій золота для міроваго рынка было бы еще преждевременнымъ.

Для характеристики современнаго положенія добычи золота въ Россіи, мы приведемъ нѣсколько статистическихъ данныхъ, заимствованныхъ изъ послѣдняго отчета о горнозаводской промышленности въ Россіи въ 1896 году.

Всего въ означенномъ году добыто золота:

розсыпного. . .	2 096 п.	12 ф.	— з.	62 д.	=	34 337 клг.
жильнаго . . .	175 „	15 „	13 „	61 „	=	2 873 „
Всего	2 271 п.	27 ф.	13 з.	123 д.	=	37 210 клг.

По важнѣйшимъ нашимъ золотопромышленнымъ районамъ добыча эта распредѣлялась *слѣдующимъ образомъ:*

Названіе мѣстностей	Добыча въ килограммахъ	
	Общая добыча	Добыча жильнаго золота
Уралъ	9 568	2 637
Западная Сибирь	2 808	235
Восточная Сибирь	24 819	

По отдѣльнымъ годамъ десятилѣтія съ 1886—96 гг. добыча золота распредѣлялась слѣдующимъ образомъ:

Года	Добыча		Года	Добыча	
	Пуды	Фунты		Пуды	Фунты
1886	2 042	$3^1/_2$	1892	2 625	5
1887	2 128	$1^1/_4$	1893	2 739	7
1888	2 146	27	1894	2 621	23
1889	2 274	$19^3/_4$	1895	2 509	29
1890	2 403	25	Средняя за 10-лѣтіе	2 387	27
1891	2 386	$10^1/_2$			

Среднее содержаніе золота въ розсыпяхъ и жильномъ кварцѣ составляло 60 долей въ 100 пудахъ породы, что соотвѣтствуетъ примѣрно 0,1%. Рабочихъ по добычѣ и обработкѣ золота задалживалось около 84 500 челов., которыми было добыто и промыто около 1 400 000 пуд. породы, что составляетъ въ среднемъ около 16 тыс. пудовъ (400 тоннъ) на человѣка.

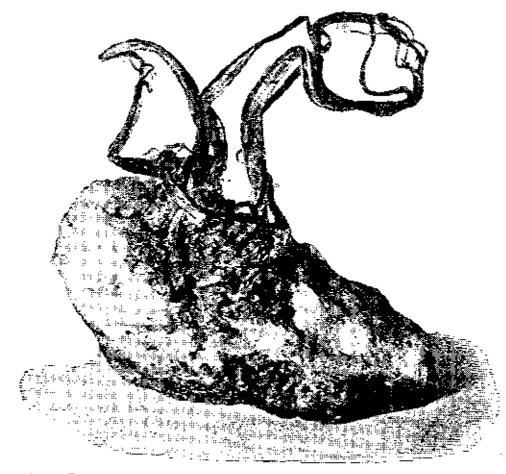
Общее число дѣйствовавшихъ въ 1896 году промысловъ было 1762. Большинство этихъ промысловъ принадлежало къ числу мелкихъ старательскихъ работъ, что доказывается уже однимъ тѣмъ обстоятельствомъ, что на всѣхъ промыслахъ дѣйствовало всего 125 водяныхъ и 106 паровыхъ двигателей развивавшихъ въ общемъ около 2352 лошадиныхъ силъ.

Разработка платины и близкихъ къ ней металловъ.

Платина встрѣчается въ природѣ только въ самородномъ видѣ. Рѣдко попадается она въ видѣ небольшихъ зеренъ характернаго стально-сѣраго цвѣта вросшихъ, въ коренную породу — змѣевикъ, — на Уралѣ и діоритъ — въ Британской Колумбіи. *Чаще всего она встрѣчается въ видѣ зеренъ въ* розсыпяхъ, содержащихъ на Уралѣ до $3^1/2$ гр. платины въ тоннѣ породы и извлекается изъ нихъ промывкою.

Сырая платина имѣетъ удѣльный вѣсъ 17—18, сплавленная до 19,7 и прокованная до 20—21,3.

Въ Россіи платина употреблялась нѣкоторое время для чеканки монеты. Въ настоящее время платина по причинѣ своей устойчивости противъ дѣйствія жара, кислотъ и др. дѣятелей, примѣняется почти исключительно для выдѣлки тиглей, чашъ, проволоки, пластинъ и др. предметовъ для лабораторныхъ и нѣкоторыхъ промышленныхъ цѣлей.



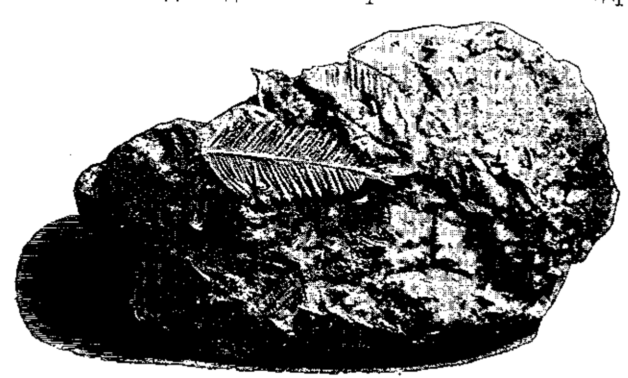
194. Самородное серебро. Агрегаты въ видѣ проволоки съ рудника Химмельсфюрстъ во Фрейбергѣ. (½ натур. величины.)

Почти вся[1] добываемая въ Россіи платина вывозится по цѣнѣ 300 мар. за килограммъ въ Германію и тамъ обрабатывается. Цѣна обработанной платины доходитъ до 2 — 4 тысячъ марокъ за килограммъ.

Русская платина добывается почти исключительно на промыслахъ Демидова близъ Нижняго Тагила. Въ годъ добывается до 4 — 5000 килогр., которыми въ связи съ небольшимъ количествомъ платины, добываемымъ въ Британской Колумбіи и во вновь открытыхъ мѣсторожденіяхъ Новаго Южнаго Валлиса и ограничивается міровая производительность этого металла. Вмѣстѣ съ платиною добываются и родственные ей металлы палладій, иридій, родій, рутеній и осмій, но въ крайне ограниченномъ количествѣ, которое все расходуется для различныхъ научныхъ цѣлей.

Добыча серебра.

Серебро встрѣчается въ природѣ какъ въ самородномъ видѣ, такъ и въ видѣ многочисленныхъ, крайне разнообразныхъ по составу рудъ серебра. Самородное серебро встрѣчается большими кусками, имѣющими иногда, какъ это напримѣръ было въ Консбергѣ въ Швеціи, во Фрейбергѣ и Аннабергѣ въ Рудныхъ горахъ, нѣсколько центнеровъ вѣсу. Кромѣ того серебро встрѣчается въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ — октаэдровъ, частымъ нахожденіемъ которыхъ отличается упомянутое уже Консбергское мѣсторожденіе серебряныхъ рудъ, и въ видѣ скопленій агрегатовъ, имѣющихъ видъ пластинъ, волосъ, проволоки и т. п. На фиг. 194 представленъ прекрасный образчикъ самороднаго серебра въ видѣ волосъ, добытый на рудникѣ Химмельсфюрстъ близъ Фрейберга. Иногда серебро покрыто съ поверхности тонкими штрихами, происшедшими вслѣдствіе тренія кристалловъ другъ о друга. Вслѣдствіе этой штриховки на поверхности кусковъ образуются различные рисунки, напоминающіе жилы дерева, перо и др. предметы. Одинъ изъ такихъ образчиковъ изъ рудника Потози въ Боливіи представленъ на фигурѣ 195.



195. Самородное серебро въ видѣ перьевъ съ рудника Потози въ Боливіи.

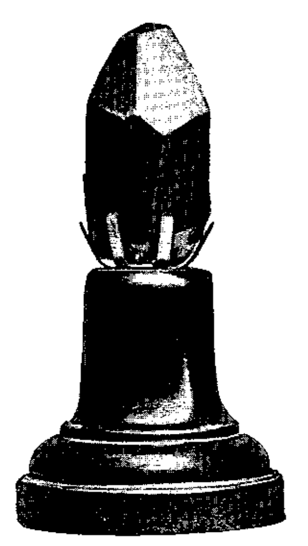
Самородное серебро рѣдко бываетъ окрашено въ чистый бѣлый цвѣтъ, чаще же ему свойственны сѣроватый и желтоватый оттѣнки.

[1] Изъ русскихъ заводовъ только Тентелевскій въ Петербургѣ занимается обработкой сырой платины. Въ 1896 г. имъ было куплено сырой платины 2 п. 11 ф. 67 з.

Самой богатой серебряной рудой служитъ серебряный блескъ, или стекловатая серебряная руда, состоящая изъ 87% по вѣсу серебра и 13% сѣры. Серебряный блескъ представляетъ собою довольно обыкновенную серебряную руду, темно-сѣраго цвѣта, отличающуюся значительной ковкостью и мягкостью.


196. **Серебряный блескъ въ буромъ шпатѣ съ рудниковъ Фрейберга.**

Серебряный блескъ часто встрѣчается въ вѣтвистыхъ агрегатахъ, напоминающихъ по фигурѣ деревья (см. фиг. 196). Темная и свѣтлая красныя серебряныя руды принадлежатъ, безъ сомнѣнія, къ красивѣйшимъ рудамъ серебра, причемъ первая изъ нихъ представляетъ соединеніе серебра съ мышьякомъ, а вторая съ сурьмою. По нѣмецки руды эти называютъ Rotgültigerze, причемъ слово Gültig — здѣсь, какъ и въ названіи многихъ другихъ рудъ, происходитъ отъ слова gelten, что значитъ стоить, имѣть цѣну. Обѣ разновидности красныхъ рудъ встрѣчаются въ прозрачныхъ, хорошо образованныхъ кристаллахъ, одинъ изъ которыхъ, происходящій изъ извѣстныхъ перуанскихъ рудниковъ Гуанахика, представленъ на фигурѣ 197. Нѣкоторые забои въ серебряныхъ рудникахъ представляются иногда сплошь окрашенными въ красный цвѣтъ отъ нахожденія многихъ кристалловъ красной руды. Въ Европѣ было найдено много красной руды частію въ видѣ прекрасно образованныхъ кристалловъ на рудникѣ Маріенбергъ въ Саксоніи въ 1893 и всѣ извѣстныя минералогическія коллекціи Европы пополнили свое собраніе образцами этой руды.


197. **Кристаллъ свѣтло-красной серебряной руды.**

Стефанитъ или черный серебряный блескъ (Melanglanzerz), или хрупкая серебряная руда, по составу сходенъ съ красною рудою, но является окрашеннымъ въ желѣзо-черный цвѣтъ, откуда и произошло его названіе. Кромѣ соединеній серебра съ сѣрою, мышьякомъ и сурьмою часто встрѣчаются, особенно въ верхнихъ частяхъ жилъ, соединенія этого металла съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ. Важнѣйшее изъ этихъ соединеній — роговое серебро, состоящее изъ 75% серебра и 25% хлора, характеризуется прекраснымъ алмазнымъ блескомъ; кристаллы просвѣчиваютъ въ краяхъ и окрашены въ бѣлый цвѣтъ, который на солнечномъ свѣту быстро переходитъ въ бурый, явленіе, замѣчающееся и на бѣлыхъ хлопьяхъ хлористаго серебра, получаемыхъ искусственно осажденіемъ поваренной солью изъ растворимыхъ соединеній серебра.

Роговое серебро часто встрѣчается въ Мексиканскихъ и Южно-американскихъ мѣсторожденіяхъ серебра. Въ Европѣ эта руда встрѣчалась часто въ верхнихъ разрушенныхъ частяхъ серебряныхъ жилъ въ Іогангеоргенштатѣ, Аннабергѣ, Маріенбергѣ и Шнеебергѣ и, во время разработки этихъ частей, въ изобиліи шла на выплавку серебра. Среди блеклыхъ рудъ особенно богаты серебромъ (до 30%) свѣтлая блеклая серебряная руда и сурьмянистая блеклая руда, встрѣчающіяся въ большомъ количествѣ во Фрейбергѣ, на Гарцѣ и въ Венгріи. Подобно другимъ блеклымъ рудамъ, руды эти встрѣчаются часто въ видѣ отдѣльныхъ хорошо образованныхъ кристалловъ тетраэдрической и ей близкой формъ.

Въ небольшихъ количествахъ серебро встрѣчается и во многихъ другихъ рудахъ, какъ то въ мѣдныхъ, никкелевыхъ и кобальтовыхъ рудахъ, въ сѣрномъ колчеданѣ, цинковой обманкѣ, мышьяковомъ колчеданѣ и другихъ. Особенно часто серебро встрѣчается въ свинцовомъ блескѣ, такъ что добыча серебра изъ серебристаго свинцоваго блеска играетъ, не смотря на крайне незначительное, всего 0,2% содержаніе серебра въ немъ, большую роль въ общей добычѣ серебра.

Серебряныя руды встрѣчаются какъ въ жилахъ, такъ и въ пластообразныхъ залежахъ, штокахъ и другихъ мѣсторожденіяхъ неправильной формы. Наичаще руды эти встрѣчаются въ видѣ жилъ, отличающихся крайнимъ разнообразіемъ минералогическаго состава. Кромѣ перечисленныхъ уже серебряныхъ рудъ и минераловъ: кварца, известковаго шпата, тяжелаго шпата и цеолитовъ, часто встрѣчающихся въ качествѣ минераловъ, составляющихъ жильную породу, въ жилахъ серебряныхъ рудъ встрѣчаются еще всевозможныя соединенія, свинца, цинка, мѣди, сурьмы и мышьяка, какъ въ видѣ соединеній поименованныхъ элементовъ съ кислородомъ такъ и въ видѣ солей названныхъ металловъ и ихъ соединеній съ мышьякомъ, сѣрою и сурьмою. Мѣсторожденія серебра является поэтому настоящимъ кладомъ для минералоговъ, такъ какъ въ нихъ часто находятся прекрасные кристаллы всевозможныхъ минераловъ.

Въ видѣ примѣра мѣсторожденій, имѣющихъ видъ залежей, мы упомянемъ о Раммельсбергскомъ мѣсторожденіи близъ Госсляра, о мѣсторожденіи мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ, извѣстныхъ съ глубокой древности Лавриконскихъ рудникахъ, близъ Аѳинъ, мѣсторожденіи Броккенъ Гилль — въ новомъ Южномъ Валисѣ и Леадвилль — въ Колорадо.

Серебро въ видѣ розсыпей не встрѣчается. Въ верхнихъ частяхъ мѣсторожденій встрѣчаются, какъ сказано выше, галлоидныя соединенія этого металла, изъ которыхъ серебро легко извлекается амальгамаціей.

Въ нижнихъ частяхъ жилы галлоидныя соединенія замѣняются самороднымъ серебромъ, сѣрнистыми, мышьяковистыми и сурьмянистыми соединеніями, изъ которыхъ серебро извлекается плавкою или амальгамаціей въ соединеніи съ предварительнымъ хлорирующимъ обжигомъ.

Собственно серебряныхъ рудниковъ, т. е. такихъ рудниковъ, на которыхъ добываются исключительно или преимущественно серебряныя руды, въ Европѣ нѣтъ. На нѣкоторыхъ рудникахъ встрѣчаются иногда такія жилы или такія части жилъ, гдѣ добываются, главнѣйше, благородныя серебряныя руды: самородное серебро, красная серебряная руда и серебряный блескъ, но добыча этихъ рудъ представляется обыкновенно ничтожной по сравненію съ общей производительностью рудника. Почти все получаемое въ Европѣ серебро добывается изъ серебро содержащихъ свинцовыхъ и мѣдныхъ рудъ, извлеченіе изъ которыхъ серебра представляется выгоднымъ даже при ничтожномъ, сравнительно, содержаніи этого металла въ нихъ. Такъ во Фрейбергѣ съ выгодою обрабатываютъ свинцовый блескъ, содержащій до 0,08—0,2% серебра, на Гарцѣ ту же руду съ содержаніемъ серебра 0,01—0,3%, въ Приши-

браамѣ при содержаніи серебра 0,3%. Мѣдистые сланцы въ Маансфельдѣ содержатъ около 0,005% серебра, а еще меньше содержаніе этого металла въ Испанскихъ мѣдныхъ рудахъ, изъ которыхъ тѣмъ не менѣе онъ съ выгодою извлекается.

Изъ сказаннаго понятно, что подъ именемъ добычи серебра въ Европѣ понимается собственно добыча мѣдныхъ и свинцовыхъ рудъ, содержащихъ небольшое, сравнительно, количество серебра, какъ примѣсь.

Въ Сѣверной Америкѣ и Австраліи серебро извлекается такъ же главнѣйше изъ серебристаго свинцоваго блеска. Здѣсь однако и особенно въ Мексикѣ и Южной Америкѣ имѣются рудники, которые мы можемъ назвать серебряными въ собственномъ смыслѣ этого слова, такъ какъ на нихъ добываются главнымъ образомъ, а иногда и исключительно серебряныя руды.

Ниже мы опишемъ Фрейбергскіе рудники и рудники Гарца, какъ представители серебряныхъ рудниковъ Европы и скажемъ нѣсколько словъ о различныхъ серебряныхъ рудникахъ въ другихъ частяхъ свѣта. Описаніе добычи мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ, изъ которыхъ также получается серебро, будетъ сдѣлано въ отдѣлѣ, трактующемъ о добычѣ мѣдныхъ рудъ.

Фрейбергъ представляетъ собою одинъ изъ наиболѣе древнихъ и извѣстныхъ центровъ горнаго дѣла во всемъ свѣтѣ.

Здѣсь же имѣется старѣйшая въ мірѣ горная академія, служащая разсадникомъ горнозаводскихъ знаній не только Германіи, а и другихъ государствъ всего свѣта.

Горное дѣло во Фрейбергѣ началось, по всей вѣроятности, съ переселеніемъ сюда горнорабочихъ съ Верхняго Гарца, около 1168 въ царствованіе маркграфа Отона Мудраго, извѣстнаго въ исторіи такъ же подъ прозваніемъ богатаго. Недавно во Фрейбергѣ на рыночной площади воздвигли памятникъ этому государю-основателю Фрейберга и горнаго дѣла въ немъ. По Эрмишу, знатоку древней исторіи графства Мейссенъ, которому принадлежитъ заслуга изданія старыхъ лѣтописей города Фрейберга, горное дѣло въ Саксоніи получило начало именно въ этомъ городѣ. Невѣрны поэтому разсказы нѣкоторыхъ старинныхъ хроникъ о томъ, что до начала горнаго дѣла во Фрейбергѣ, оно уже существовало въ мѣстечкахъ: Россвейнѣ, Миттвейдѣ и Франкенбергѣ къ сѣверу отъ Фрейберга. Скорѣе слѣдуетъ предположить, что добыча металловъ здѣсь началась позже горнорабочими изъ Фрейберга подобно тому, какъ это было въ мѣстечкахъ Аннабергѣ въ 1496 г., Шнеебергѣ—1470 и Маріенбергѣ въ 1521 году, въ царствованіе Генриха Благочестиваго.

Юный горный промыселъ вскорѣ привлекъ къ себѣ массу рабочихъ и быстро развивался подъ защитой и покровительствомъ владѣтелей страны. Памятникомъ такого развитія горнаго дѣла остались и до сихъ поръ Фрейбергскіе горные законы, которые подобно богемскимъ законамъ, образовались первоначально изъ обычнаго права и сами послужили источникомъ для дальнѣйшаго развитія нѣмецкаго горнаго законодательства.

Съ началомъ 14 столѣтія наступило тяжелое время для Фрейбергскаго горнаго дѣло. Недостатокъ техническихъ средствъ для разработки рудниковъ на большой глубинѣ съ одной стороны, гусситское возстаніе и появленіе чумы съ другой надолго задержали успѣшное развитіе горнаго промысла.

Съ начала 16 столѣтія вновь начинается блестящій періодъ исторіи фрейбергскихъ рудниковъ, чему способствовалъ духъ предпріимчивости, развившійся у европейцевъ въ эпоху великихъ открытій и улучшеніе техники горнаго дѣла. Періодъ этотъ продолжался, однако, недолго и ему былъ нанесенъ ударъ открытіемъ въ Америкѣ богатыхъ мѣсторожденій серебра, а такъ же тридцатилѣтней войной, тяжело отразившейся на всѣхъ отрасляхъ германской промышленности.

Только постепенно оправилось отъ этого удара горное дѣло и вновь до-

стигло блестящаго состоянія съ открытіемъ богатыхъ серебряныхъ жилъ въ округѣ нынѣшняго рудника Химмельсфюрстъ къ юго-западу отъ города Бранда. Результатомъ этого цвѣтущаго состоянія рудниковъ было основаніе во Фрейбергѣ горной академіи въ 1766 и горной школы въ 1776 годахъ, что въ свою очередь много способствовало дальнѣйшему процвѣтанію горнаго дѣла.

Значительное возрастаніе глубины разработокъ, требовавшее значительной механической силы для подъема воды и породы, заставило прибѣгнуть къ устройству большого водяного хозяйства, что и было закончено въ 1877 году проведеніемъ Ротшенбергской штольни. Вскорѣ послѣ того горному дѣлу пришлось пережить продолжающійся и до настоящаго времени кризисъ, вслѣдствіе паденія цѣнъ на серебро. Многіе рудники должны были закрыться и чтобы спасти ихъ, государство купило важнѣйшіе рудники, на которыхъ работало въ общемъ до 5000 рабочихъ.

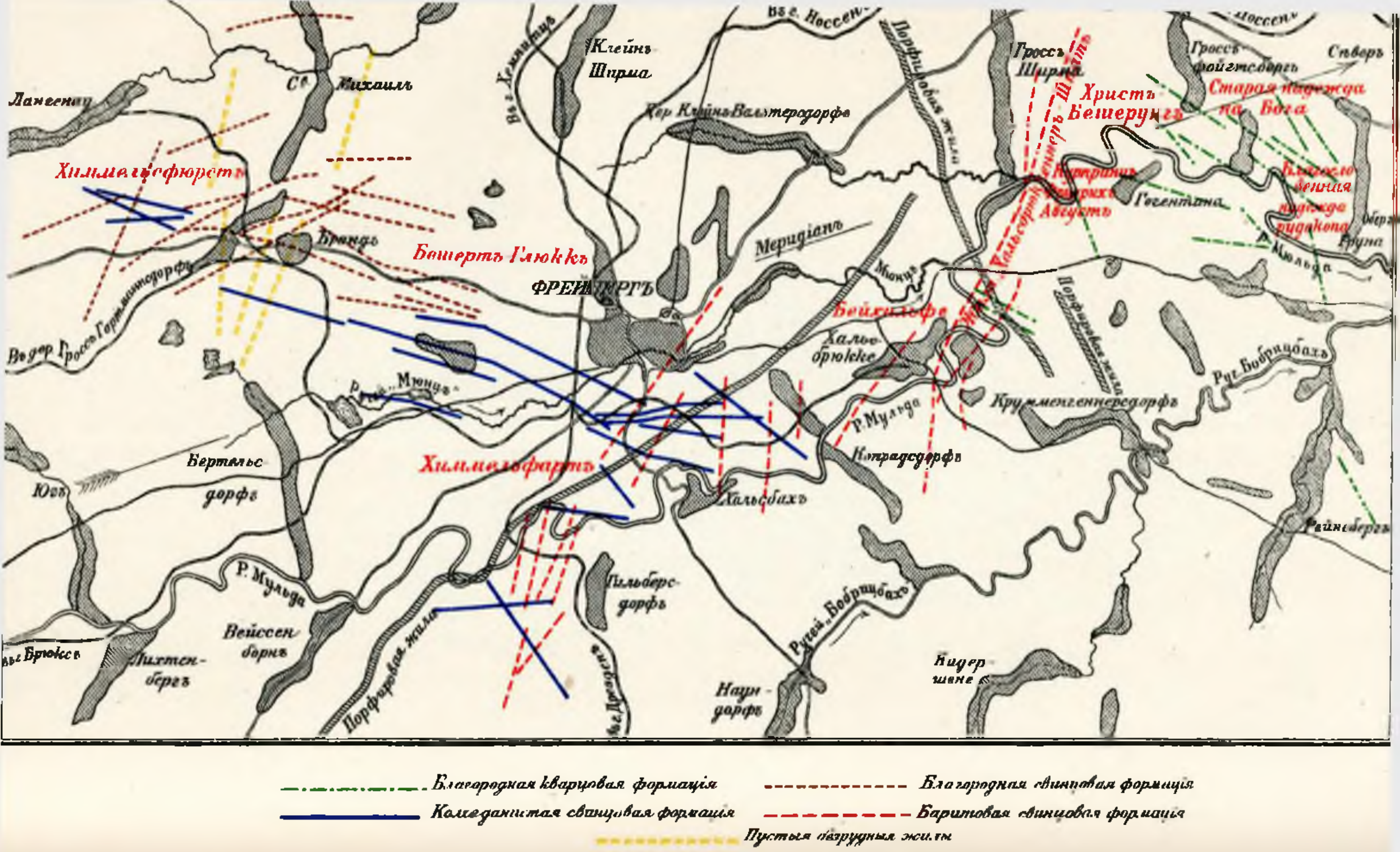
Со времени перехода рудниковъ въ казну, работы многихъ изъ нихъ достигли глубины 700 метровъ, многія шахты были оборудованы новыми паровыми машинами для подъема воды, породы подъема и спуска рабочихъ. Такимъ образомъ мы можемъ надѣяться, что въ этой колыбели саксонскаго горнаго промысла, гдѣ промыселъ этотъ получилъ свое начало и гдѣ за послѣдніе 130 лѣтъ получило научную подготовку множество лицъ, разнесшихъ свѣточъ горныхъ знаній по всѣмъ странамъ земли, промыселъ этотъ не умретъ и при поддержкѣ государства, перенесетъ выпавшій ему на долю тяжелый кризисъ.

Горы въ окрестностяхъ Фрейберга сложены изъ гнейса, главныя составныя части котораго, кварцъ, полевой шпатъ и слюда, располагаются, въ общемъ, параллельными слоями. Смотря по роду входящихъ въ составъ породы полевого шпата и слюды здѣсь различаютъ нѣсколько разновидностей гнейса, среди которыхъ сѣрый гнейсъ имѣетъ наибольшій интересъ какъ по своему распространенію, такъ и по его значенію для рудоносности жилъ. Жилы, въ изобиліи прорѣзывающія окрестности Фрейберга, имѣютъ здѣсь на такомъ, сравнительно, небольшомъ пространствѣ крайне разнообразный составъ, по которому различаютъ четыре типа жилъ, или, какъ говорятъ, четыре рудныхъ формаціи. Важнѣйшіе представители этихъ типовъ показаны особыми условными знаками на прилагаемой таблицѣ, представляющей карту Фрейбергскаго округа.

Къ сѣверу отъ Фрейберга тянется система жилъ, получившая по своему составу названіе благородной кварцевой формаціи. Важнѣйшія изъ жилъ этой системы работаются въ настоящее время рудниками: „Христбешерунгъ, Старая надежда на Бога“ и „Благословенная надежда рудокопа“ близъ мѣстечка Оберъ-Грунда и Гросфохтсберга. Рудное вещество состоитъ изъ мелковкрапленныхъ въ кварцъ благородныхъ серебряныхъ рудъ въ сопровожденіи сѣрнаго колчедана цинковой обманки и свинцоваго блеска. Всѣ три послѣднихъ минерала содержатъ, хотя и въ небольшомъ количествѣ, серебро: свинцовый блескъ до 1%, цинковая обманка 0,5% и колчеданъ 0,3%.

Главныя жилы колчеданистой свинцовой формаціи (kiesige Bleiformation) образуютъ ясно выраженную свиту жилъ, начинающуюся на рудникѣ Химмельфартъ къ сѣверо-востоку отъ Фрейберга и простирающуюся на юго-западъ черезъ рудникъ Бешертъ-Глюккъ къ руднику Химмельсфюрстъ на югъ отъ города Бранда. Жильную породу составляетъ кварцъ, въ который вкраплены: свинцовый блескъ съ содержаніемъ 0,1 — 0,3% серебра, цинковая обманка и колчеданы сѣрный и, иногда, мышьяковый и мѣдный. Содержаніе серебра въ колчеданахъ крайне незначительно. Изъ жилъ этой свиты получается бо́льшая часть добываемыхъ въ округѣ серебросодержащихъ свинцовыхъ рудъ.

Исключительно только къ югу отъ Фрейберга, близъ города Бранда находятся жилы благородной свинцовой (edele Bleiformation) или, какъ ее иначе



Карта важнѣйшихъ жилъ и рудниковъ окрестностей Фрейберга.

По Х Мюллеру.

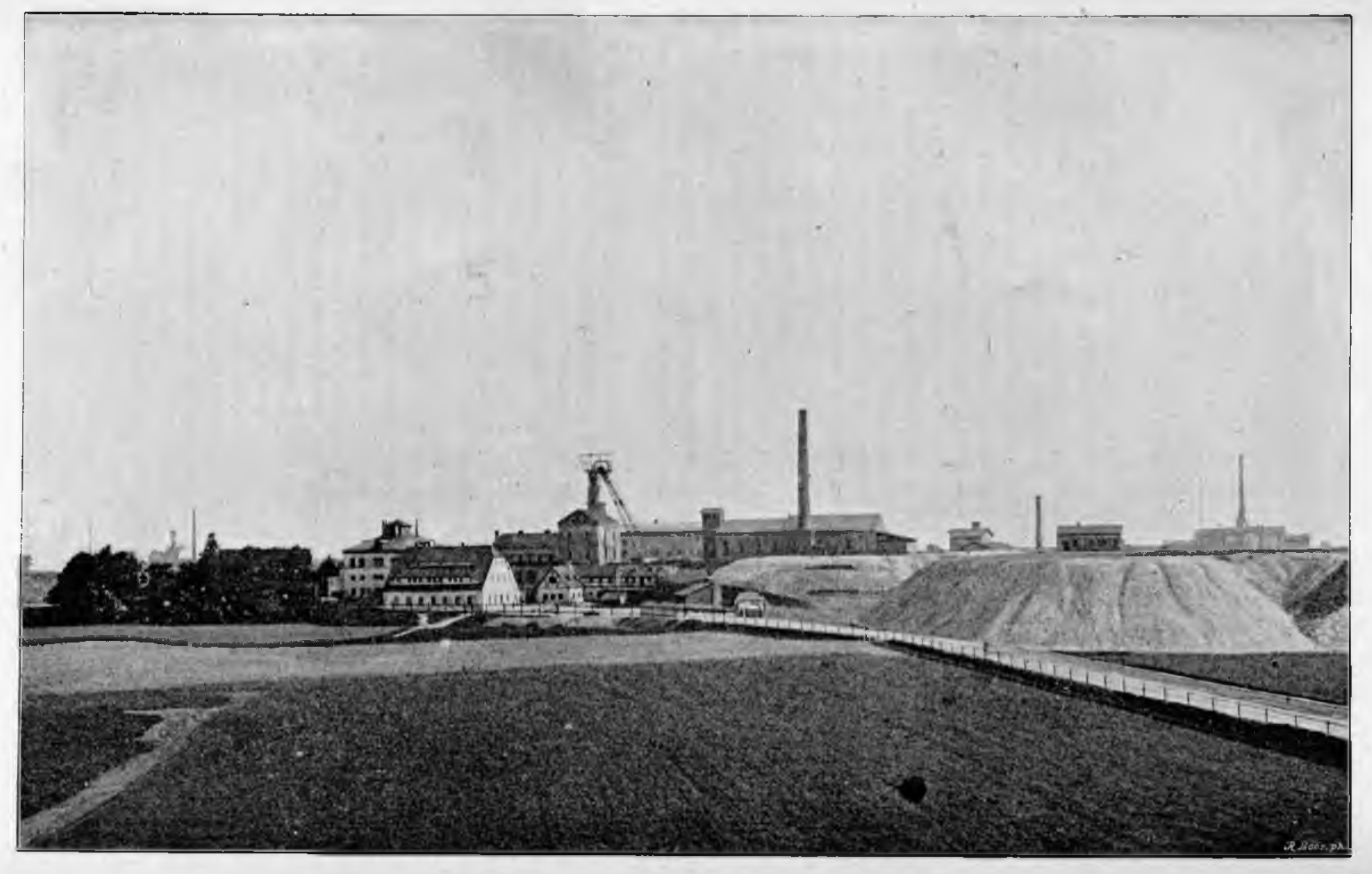
называютъ, бурошпатовой формаціи (Braunspatformation). Жильную породу здѣсь наряду съ кварцемъ составляютъ бурый и марганцовый шпаты. Оруденѣлость состоитъ изъ благородныхъ серебряныхъ рудъ и богатыхъ серебромъ блеклыхъ рудъ. Если въ жилѣ встрѣчаются цинковая обманка и колчеданы, то они обыкновенно такъ же богаты серебромъ. Значительная добыча серебра на рудникахъ Бешертъ-Глюккъ и Химмельсфюрстъ производится, главнымъ образомъ, изъ этихъ жилъ, причемъ въ нихъ находятъ нерѣдко самородное серебро въ видѣ самородковъ различной, иногда, довольно значительной величины.

Въ противоположность всѣмъ тремъ перечисленнымъ типамъ жилъ, отдѣльныя жилы которыхъ имѣютъ незначительную, не свыше 0,5 метра мощность, жилы четвертой, такъ называемой баритово-свинцовой формаціи (Barytischen Bleiformation) обладаютъ большою мощностью до 4 и болѣе метровъ. Жильной породой здѣсь кромѣ кварца служатъ тяжелый и плавиковый шпаты. Оруденѣлость состоитъ, главнѣйше, изъ свинцоваго блеска съ небольшимъ (0,08%) содержаніемъ серебра и сѣрнаго колчедана. Эта группа жилъ развита къ сѣверо-востоку отъ Фрейберга и простирается съ сѣверо-запада на юго-востокъ. Оруденѣлость въ жилѣ располагается обыкновенно въ формѣ залежей. Главною жилой этой группы является: „Хальсбрюккенеръ-Шпатгангъ" разрабатываемая въ настоящее время на рудникахъ Бейхильфе и Курпинцъ Фридрихъ Августъ и являющаяся наиболѣе значительную во всемъ округѣ, такъ какъ она развѣдана на 8 верстъ по простиранію. Въ нѣкоторыхъ частяхъ своихъ эта жила содержитъ скопленія богатыхъ серебряныхъ рудъ. Часть жилы, находящаяся на рудникѣ Химмельфартъ, замѣчательна тѣмъ, что она, будучи, вообще говоря, бѣдной серебромъ, въ мѣстахъ скрещиванья съ жилами колчеданисто — свинцовой формаціи настолько обогащается серебромъ, или, какъ говорятъ нѣмцы, облагораживается, что одинъ квадратный метръ площади жилы содержитъ въ себѣ иногда на нѣсколько тысячъ марокъ серебра.

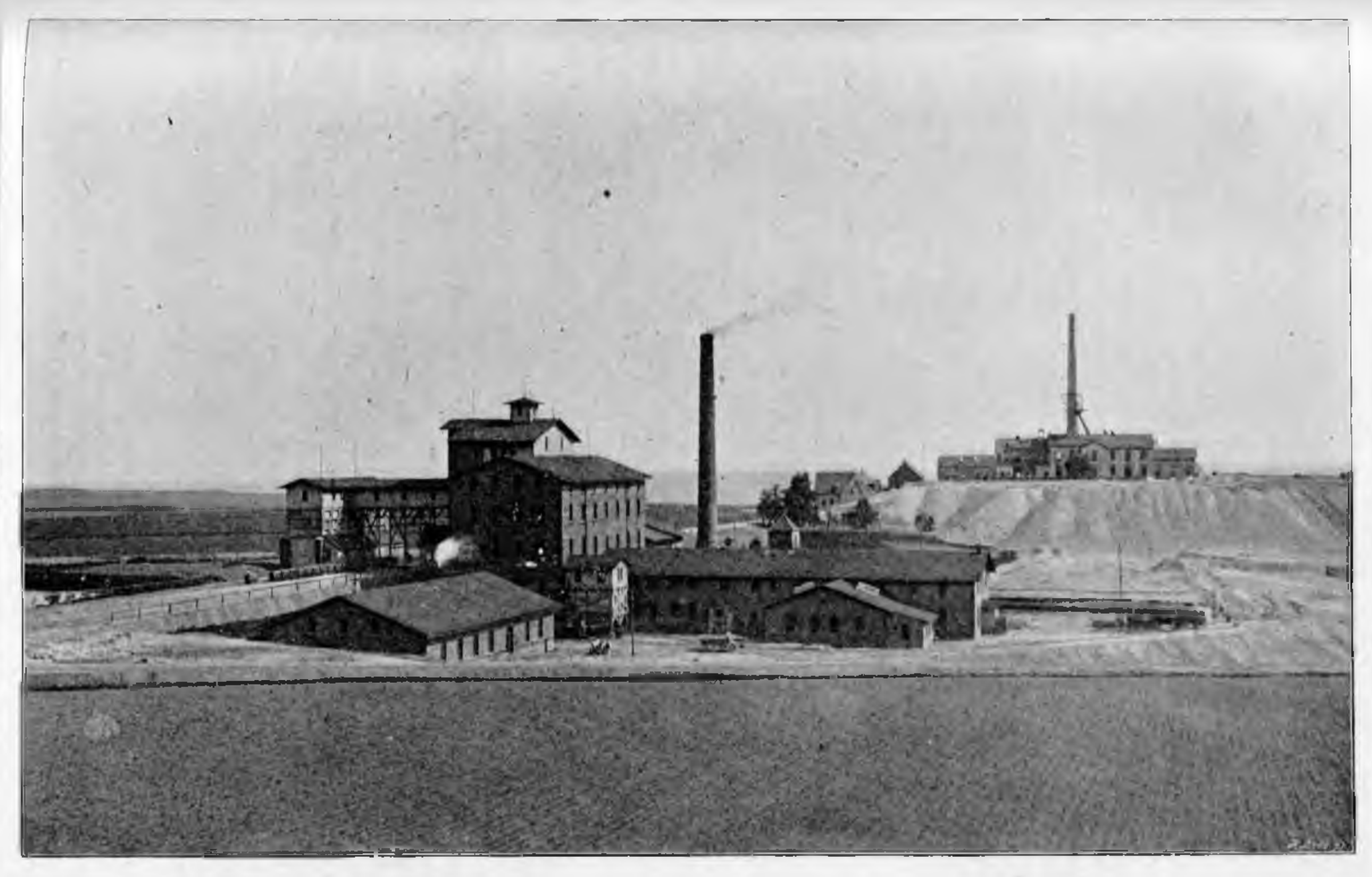
Кромѣ поименованныхъ четырехъ группъ въ округѣ имѣется еще много жилъ, не имѣющихъ такого большого значенія для горнаго дѣла, а равно и много такъ называемыхъ пустыхъ жилъ, трещины которыхъ выполнены кварцемъ или обломками боковыхъ породъ, безъ признаковъ оруденѣлости. Разнообразіе геологическаго строенія мѣстности усиливается еще присутствіемъ настоящихъ горнокаменныхъ жилъ порфира, которыя представляютъ собою вѣроятно отпрыски большихъ штоковъ этой породы, извѣстныхъ въ сосѣднемъ Тарандтскомъ лѣсу.

О развитіи горныхъ работъ могутъ дать представленіе слѣдующія цифры. Работами было открыто за все время существованія рудниковъ до тысячи различныхъ жилъ, изъ которыхъ около 200 наиболѣе богатыхъ работаются еще и въ настоящее время. Соотвѣтственно съ этимъ въ округѣ имѣется много шахтъ, причемъ болѣе новыя изъ нихъ — отвѣсныя шахты. На фиг. 198 представлены сѣверныя шахты рудника Химмельфартъ, причемъ на переднемъ планѣ видна одна изъ наиболѣе старыхъ и глубокихъ шахтъ округа — Абраамъ-шахта. На фигурѣ 199 представлена новая обогатительная фабрика того же рудника съ шахтою Давидъ на заднемъ планѣ. Обогатительная фабрика снабжена новѣйшими устройствами и разсчитана на 120 тоннъ руды въ 10-часовую смѣну. О производительности фрейбергскихъ рудниковъ даютъ понятіе слѣдующія цифры, заимствованныя нами изъ сочиненія Х. Мюллера. На рудникѣ Химмельсфюрстъ добыто всего за время съ 1710 по 1890 годъ рудъ на сумму около 66 800 000 марокъ, изъ которыхъ предприниматели получили свыше 9 милліоновъ чистаго дохода.

Рудникъ: „Alte Hoffnung Gottes Fundgrube" въ Клейнъ-Фойгтсбергѣ разработка котораго началась съ 1741 года доставилъ, начиная съ того времени



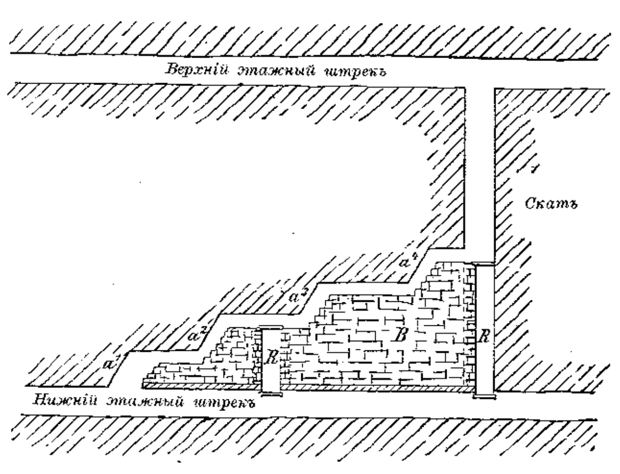
198. **Абраамъ-шахта рудника Химмельфартъ. Видъ шахты съ южной стороны.** Со снимка X. Мюлера во Фрейбергѣ.



100. **Центральная обогатительная фабрика и надшахтное зданіе шахты Давидъ рудника Химмельфартъ. Видъ съ южной стороны.**
Со снимка Х. Мюлера во Фрейбергѣ.

и до 1890 года на 16 милліоновъ марокъ рудъ, изъ которыхъ около 3 милліоновъ марокъ были распредѣлены между владѣльцами, какъ чистая прибыль предпріятія. На рудникѣ Химмельфартъ было добыто за время съ 1752 по 1890 на 67 милліоновъ марокъ руды, изъ которыхъ около $11^1/_2$ милліоновъ составили чистую прибыль владѣльцевъ рудника.

Одна только жила: „Erzengel“ доставила на 11 милліоновъ марокъ разныхъ рудъ, среди которыхъ большую часть составлялъ серебро содержащій свинцовый блескъ. Стоимость одного только серебра, добытаго на фрейбергскихъ рудникахъ за все время ихъ существованія до 1890 года, оцѣнивается приблизительно въ 880 милліоновъ марокъ. Относительно стоимости другихъ продуктовъ горнаго промысла, добытыхъ здѣсь, мы не можемъ привести даже приблизительно вѣрной цифры, за отсутствіемъ какихъ бы то ни было данныхъ о добычѣ этихъ продуктовъ въ прошлые вѣка.



200. **Потолкоуступная работа.**

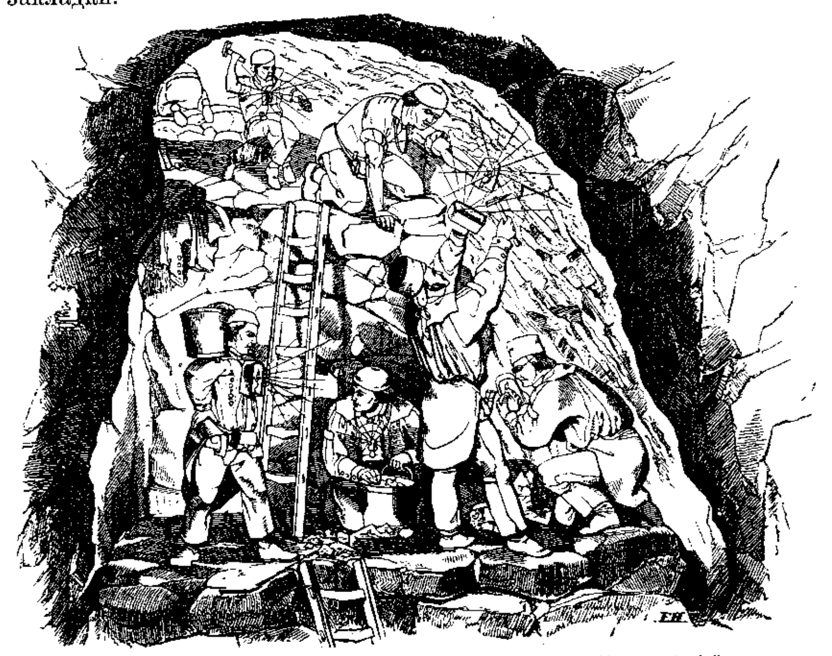
Горнымъ дѣломъ занимались въ 1895 году около 4750 человѣкъ рабочихъ и около 300 человѣкъ разныхъ служащихъ. Въ теченіе года было пройдено 14 460 погонныхъ метровъ въ штрекахъ 1900 метровъ при углубкѣ шахтъ. Общая площадь работавшихся забоевъ составляла свыше 100 000 кв. метровъ и съ нихъ добыто и доставлено на обогатительную фабрику около 267 000 метрическихъ центнеровъ руды на сумму свыше $2^3/_4$ милл. марокъ. Этой суммы, однако, не хватаетъ на издержки по разработкѣ и послѣдняя потребовала значительной приплаты изъ казны.

Примѣняемый во Фрейбергѣ способъ разработки жилъ — крайне характеренъ для разработки крутопадающихъ мѣсторожденій незначительной мощности, почему и представляется умѣстнымъ помѣстить здѣсь краткое описаніе этого способа. Въ прежнія времена, когда рудники отличались малой производительностью и разрабатывали обыкновенно только одну жилу, разработка ихъ велась штольнями, если этому благопріятствовалъ рельефъ мѣстности, или наклонными шахтами, число которыхъ еще въ началѣ настоящаго вѣка было весьма значительнымъ. Съ углубленіемъ разработокъ и вздорожаніемъ оборудованья отдѣльныхъ шахтъ явилось необходимымъ соединить многіе отдѣльные рудники въ одинъ и вести разработку вертикальными шахтами, которыя представляются болѣе удобными для подъема породы и установа насосовъ.

Изъ этихъ шахтъ достигаютъ мѣсторожденія квершлагами и отсюда ведутъ по простиранію такъ называемые этажные или основные штреки, которыми все мѣсторожденіе раздѣляется на части примѣрно въ 40 метровъ отвѣсной высоты, называемыя этажами.

Для установки вентиляціи и дальнѣйшаго подраздѣленія мѣсторожденія этажные штреки соединяются между собою штреками по паденію жилы, называемыми соединительными штреками и раздѣляющими этажи на отдѣльные цѣлики. Образованіемъ цѣликовъ заканчивается подготовка мѣсторожденія

къ добычѣ и начинается такъ называемая очистная выемка мѣсторожденія, которая ведется здѣсь потолкоуступной работой. Работа начинается съ мѣста пересѣченія нижняго этажнаго штрека съ соединительнымъ; порода вынимается уступами, примѣрно въ четыре метра высоты. Вынувъ первый уступъ, вынимаютъ второй, третій, четвертый и т. д., причемъ надъ рабочими образуются уступы, на подобіе опрокинутой лѣстницы (см. фиг. 200), отчего и самая выемка получила свое названіе. Такъ какъ жилы имѣютъ обыкновенно незначительную мощность, не больше 0,5—1 метра, то для удобства разработки приходится вмѣстѣ съ рудою добывать боковую породу, большая часть которой не поднимается на поверхность, а остается въ рудникѣ въ видѣ закладки.



201. **Потолкоуступная работа.** Изъ книги Хейхлера „Горнорабочіе".

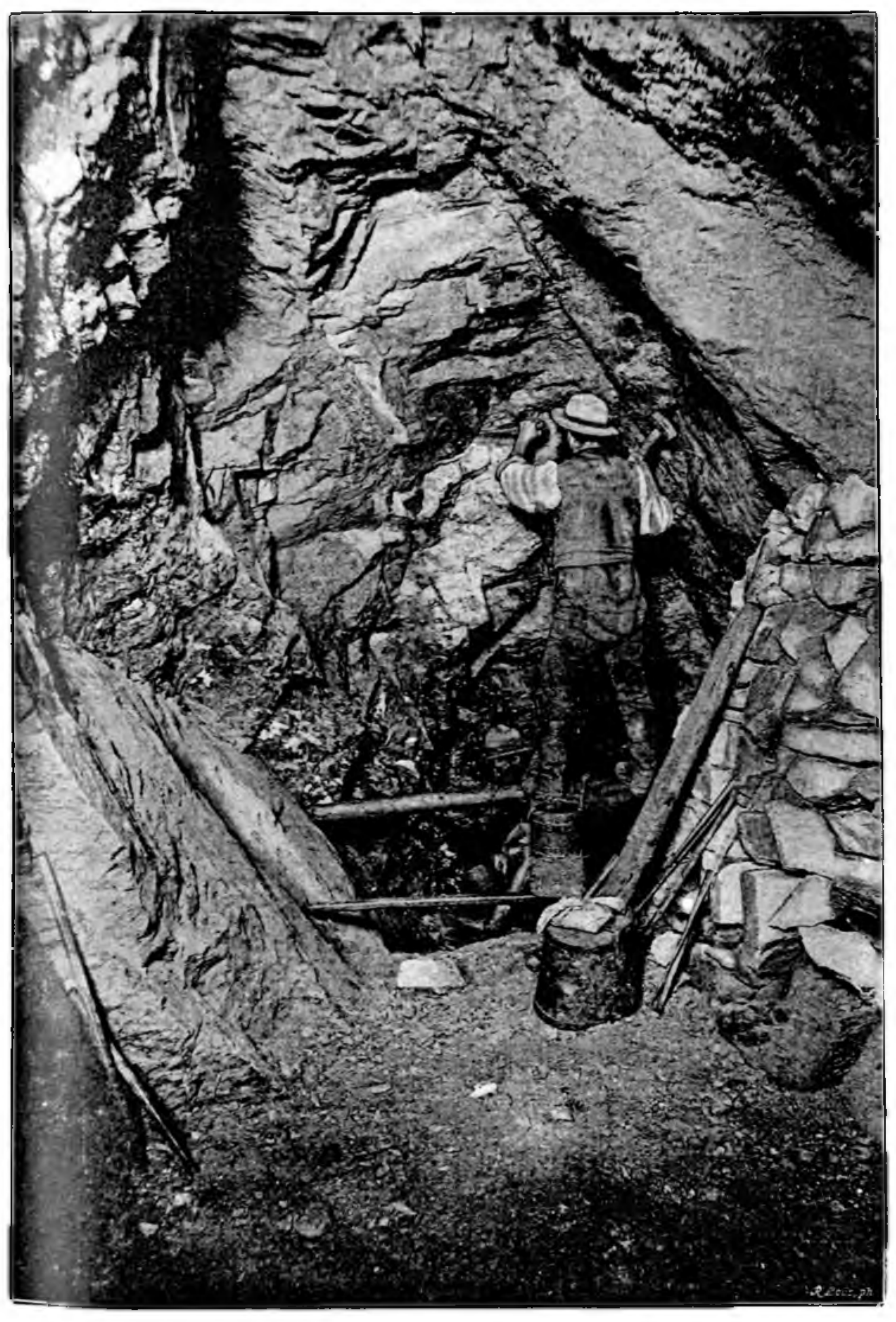
Кровлю нижняго основного штрека крѣпятъ камнемъ, деревомъ, или желѣзомъ и на крѣпь кладутъ закладку такой высоты, чтобы между нею и забоемъ оставалось пространство, достаточной для удобства работы высоты. Очертанія закладки слѣдуютъ за уступами потолка и рабочіе добываютъ породу стоя на закладкѣ или перекладахъ загнанныхъ между висячимъ и лежачимъ боками. Для удобства доставки породы въ нижній основной штрекъ въ закладкѣ оставляютъ скаты R (фиг. 200), стѣны которыхъ выкладываются изъ крупныхъ кусковъ закладки, или изъ камня. Снизу скаты закрываются заслонкой, открывъ которую нагружаютъ находящуюся въ скатѣ породу въ подставленный подъ желобъ ската вагонъ. По главному откаточному штреку и квершлагу вагоны доставляются къ шахтѣ лошадьми, для чего составляются поѣзда въ 6—8 вагоновъ. По шахтѣ вагоны въ клѣтяхъ поднимаются на поверхность и здѣсь доставляются на обогатительныя фабрики, описанныя ниже. Различныя стадіи работы при описываемомъ способѣ разработки представлены на фиг. 201, 202 и 203. На первой изъ нихъ представленъ видъ на два уступа закладки. Штейгеръ, стоящій на нижнемъ уступѣ, осматриваетъ забой; рабочіе, находящіеся на томъ же уступѣ, заняты уборкою породы, полученной при взрывѣ, а одинъ рабочій на верхнемъ уступѣ—буреніемъ шпура. На

фиг. 202 представлено мѣсто встрѣчи старыхъ заложенныхъ работъ съ главнымъ откаточнымъ штрекомъ. Здѣсь видны крѣпленіе кровли штрека и часть закладки, покоющейся на крѣпи. Одинъ изъ перекладовъ крѣпи треснулъ отъ сильнаго давленія закладки и находящійся здѣсь штейгеръ, надзирающій за крѣпленіемъ, даетъ плотнику указанія относительно замѣны даннаго переклада новымъ. Наконецъ на фиг. 203 представлено, какъ это указано выше, буреніе шпура въ одномъ изъ уступовъ потолкоуступной выемки. Лошади, которыми производится откатка вагоновъ по главному откаточному штреку, въ настоящее время спускаются въ клѣтяхъ. При небольшихъ размѣрахъ поперечнаго сѣченія старыхъ шахтъ лошадей, приходилось спускать по нимъ на канатѣ, затянутыми въ сѣдла. Для лошадей устроены подземныя стоила, въ которыхъ онѣ остаются на все время своей работоспособности.



202. **Потолочная крѣпь.** По Хейхлеру.

Добыча рудъ на верхнемъ Гарцѣ. Важнѣйшія мѣсторожденія Гарца сосредоточены въ сѣверо-западномъ углу его, на такъ называемомъ, верхнемъ Гарцѣ занимая здѣсь обширную площадь съ извѣстными уже давно по развитію въ нихъ горнаго дѣла городами Кляусталемъ, Целлерфельдомъ, Лаутенталемъ и другими. Мѣсторожденія залегаютъ среди отложеній кульма и, въ нѣкоторыхъ случаяхъ верхняго девона и представляютъ собою свиту жилъ съ господствующимъ простираніемъ съ сѣверо-запада на юго-востокъ и паденіемъ на юго-западъ. Мощность собственно рудной части жилъ достигаетъ, напримѣръ, у Лаутенталя, 20 метровъ, причемъ нѣкоторыя изъ нихъ развѣданы по простиранію на 8—10 и болѣе километровъ. Прорывая осадочныя отложенія, рудныя жилы часто сбрасываютъ ихъ, служа, такимъ образомъ, одновременно и рудными жилами и трещинами сбрасывателей. Въ отличіе отъ жилъ Фрейбергскаго округа — жилы верхняго Гарца представляютъ собою сложныя, а не простыя жилы, т. е. каждая жила состоитъ здѣсь изъ множества тонкихъ прожилковъ, простираніе которыхъ, въ общемъ, параллельно простиранію основной породы. Обыкновенно только лежачій бокъ жилы представляется здѣсь ясно выраженнымъ, въ сторону же висячаго бока рудныя прожилки постепенно замѣняются пустыми трещинами, которыя столь же постепенно исчезаютъ и мы имѣемъ здѣсь незамѣтный переходъ отъ трещиноватой породы, въ которой содержатся прожилки руды, къ плотной породѣ висячаго бока. Если всю часть породы, содержащую прожилки и трещины, отнести къ жильной породѣ, то мощность жилъ достигаетъ здѣсь до 40 и болѣе метровъ. Оруденѣлость состоитъ изъ свинцоваго блеска, съ небольшимъ (0,01—0,3%) содержаніемъ серебра, цинковой обманки и въ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ — мѣднаго колчедана. Жильную породу составляютъ кварцъ и известнякъ. Разработки достигли въ шахтѣ Императора Вильгельма (Kaiser Wilhelm Schacht) глубины 865 метровъ. Кромѣ рудныхъ жилъ



Забой при потолкоуступной работѣ на жилѣ Seligtrost Stehenden рудника Елизаветы въ Фрейбергѣ.

Изъ книги Бернера „Горнорабочіе“.

имѣется цѣлая система ничѣмъ не заполненныхъ трещинъ, простирающихся съ С. З. на Ю. В. Трещины эти, получившія здѣсь особое названіе „Ruscheln", показаны на прилагаемой картѣ пунктиромъ, рудныя-же жилы сплошными линіями.

Слабость висячаго бока и необходимость вслѣдствіе этого болѣе солиднаго крѣпленія выработокъ въ связи съ нѣкоторыми измѣненіями въ способѣ выемки, зависящими отъ значительно большей мощности жилъ, представляютъ главное отличіе разработокъ Верхняго Гарца отъ Фрейбергскихъ. Своеобразной особенностью работы представляется примѣненіе доставки въ лодкахъ на разработкахъ близъ Кляусталя и Целлерфельда. Здѣсь порода добытая въ рудникѣ, поднимается по шахтамъ только до особыхъ хранилищъ, расположенныхъ нѣсколько выше горизонта главной водоотливной штольни, называемой штольней Эрнеста Августа. Изъ этихъ хранилищъ руда перегружается въ лодки до 10,2 метр. длины и 0,8 куб. метровъ вмѣстимости, и въ нихъ по штольнѣ сплавляется въ шахтѣ Отилія, по которой уже поднимается на поверхность. Добыча сырой руды составляла для 1894—95 г. — 174 000 тоннъ; изъ этой руды на обогатительныхъ фабрикахъ было получено 123 000 тоннъ свинцовыхъ рудъ, 12 160 тоннъ обманки и 307 тоннъ мѣднаго колчедана. Число горнорабочихъ, занятыхъ на рудникахъ и вспомогательныхъ работахъ, равнялось 3300 челов. („Das Berg Hüttenwesen des Oberharzes").

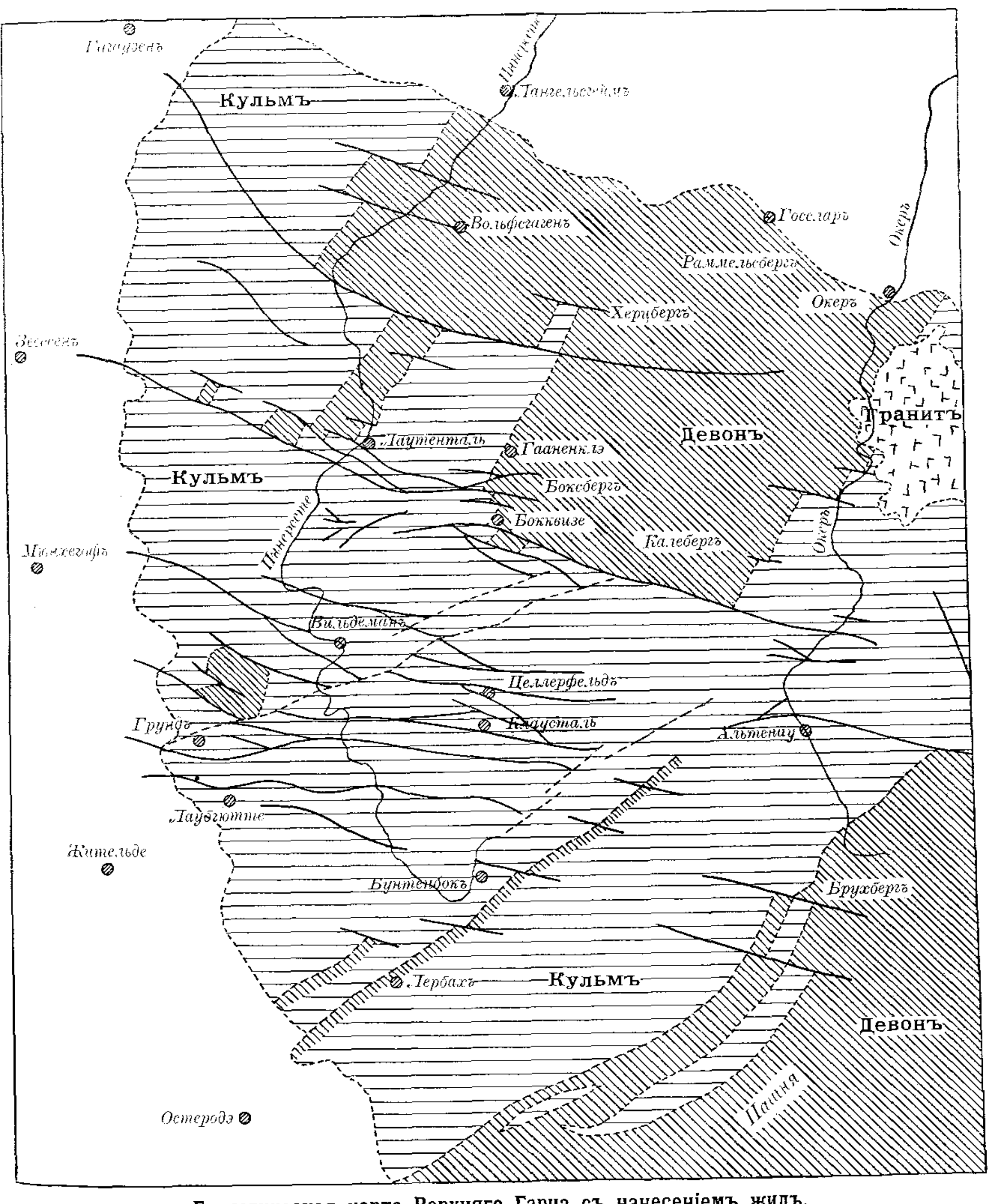
Разсмотримъ теперь нѣсколько подробнѣе добычу серебряныхъ рудъ въ Южной Америкѣ и тѣ своеобразныя условія, въ которыхъ она производится. По добычѣ серебра здѣсь занимаютъ первое мѣсто Перу и Боливія, богатства которыхъ со времени своего открытія вошли въ поговорку. Можно сказать, что всѣ государства являются данниками этихъ двухъ странъ, платящими имъ сначала за драгоцѣнные металлы, позже за селитру и гуано, неистощимыя залежи которыхъ недавно начали тамъ добываться. Къ сожалѣнію политическія волненія послѣднихъ лѣтъ, а частью паденіе цѣнъ на серебро значительно затрудняютъ развитіе здѣсь горнаго промысла, но можно сказать съ увѣренностью, что почва этихъ странъ содержитъ неистощимыя богатства, которыя ждутъ только благопріятныхъ условій для широкаго и блестящаго развитія горнаго дѣла.

Почти всѣ существующіе рудники расположены на вершинахъ Кордильеровъ на высотѣ 4000—5000 метровъ надъ уровнемъ моря. Несмотря на крайне суровый климатъ здѣсь выросли, благодаря горному промыслу, большіе города, типичнымъ представителемъ которыхъ можетъ служить городъ Потози, расположенный на высотѣ 4000 метровъ близъ рудниковъ горы Церро де Потози, въ 5000 метровъ высотою и насчитывавшій иногда до 160 тысячъ жителей. Всего за время съ 1545 по 1802 годъ на рудникахъ Потози добыто серебра на сумму 5400 милліоновъ марокъ. Такой же большой извѣстностью пользовались рудники Церро де Паско, на высотѣ 3400 метровъ надъ уровнемъ моря близъ озера Хинхайкоха въ Перу.

За послѣднее время добыча серебра изъ обоихъ названныхъ мѣсторожденій значительно сократилась и населеніе обоихъ городовъ уменьшилось до нѣсколькихъ тысячъ человѣкъ.

Для соединенія рудныхъ районовъ Боливіи и Перу съ морскимъ берегомъ имѣется крайне ограниченное число желѣзныхъ дорогъ. Постройка этихъ дорогъ по крутому склону Кордильеровъ, разсѣченному глубокими долинами и крутыми скалистыми склонами горъ, представляла большія техническія затрудненія и мы можемъ только удивляться предпріимчивости, находчивости и умѣнью инженеровъ, съумѣвшихъ выполнить эти постройки среди невозможныхъ условій въ пустынной и малонаселенной странѣ.

Къ числу такихъ сооруженій относится Оройская желѣзная дорога, начинающаяся отъ гавани Каллао, идущая къ главному городу государства Лимѣ и поднимающаяся оттуда на вершину Кордильеровъ. Дорога эта, носящая



Геологическая карта Верхняго Гарца съ нанесенiемъ жилъ.

По Ф. Клокману.

гордое названіе Трансандійской дороги, должна была, по первоначальному проекту, пересѣчь хребетъ и дойти до рудниковъ Паско. Въ дѣйствительности дорога въ началѣ была доведена только до Хиклы на западномъ склонѣ Кордильеровъ и лишь въ послѣднее время ее продолжили черезъ вершину хребта и довели до города Оройа на восточномъ склонѣ, гдѣ находится богатый рудный районъ Морокоха и Джаули.

На сѣверѣ государства имѣется желѣзнодорожная линія, соединяющая гавань Чимботе съ рудниками Гаурацъ и Рекуай, расположенными на высотѣ 3000 метр. надъ уровнемъ моря. Рудныя жилы содержатъ здѣсь серебристыя блеклыя руды и иногда свинцовый блескъ.

Наконецъ въ южной части государства идетъ желѣзнодорожная линія, начинающаяся отъ гаваней Ислай и Моллендо, пересѣкающая западные Кордильеры и затѣмъ раздѣляющаяся на двѣ вѣтви. Сѣверная вѣтвь, въ настоящее время еще не оконченная, идетъ по направленію къ древней столицѣ государства Инковъ, южная же доходитъ до города Пуно на сѣверномъ берегу озера Титикаха. По озеру на пароходахъ переправляются на южный берегъ и отсюда уже идетъ почтовая дорога къ городу Ла Пацъ, столицѣ Боливіи. Къ этому городу ведетъ еще другая желѣзная дорога, начинающаяся отъ мѣстечка Антофагаста—на Чилійскомъ берегу, вступающая въ Боливіанское плоскогоріе съ юго-запада и черезъ города Оруро, Корокоро достигающая до Ла Паца. Близъ этой линіи, лежащей примѣрно на высотѣ 4000 метр. находится извѣстное мѣсторожденіе мѣдныхъ рудъ близъ мѣстечка Каракодла. Вѣтвь этой дороги идетъ черезъ извѣстные рудники Гуанхака, на высотѣ 4700 метр. до рудниковъ Потози. Если къ сказанному еще добавить, что южная часть Боливіи легко доступна изъ Аргентины, гдѣ желѣзныя дороги достигаютъ уже, близъ сѣверо-западной границы, высоты 3000 метровъ, то этимъ и исчерпываются всѣ желѣзнодорожныя сообщенія плоскогорій Перу и Боливіи съ окружающими низменностями. Всѣ остальныя желѣзнодорожныя линіи остаются въ предѣлахъ узкой полосы по берегу Великаго океана. Такимъ образомъ собственно въ плоскогоріи и высокихъ цѣпяхъ приходится еще дѣлать большія разстоянія, пользуясь исключительно вьючными и верховыми животными, такъ какъ дороги для экипажа здѣсь такъ же почти отсутствуютъ.

Для примѣра мы возьмемъ богатый рудный районъ близъ города Кастовирріана въ 100 верстахъ къ югу отъ города Гуанкавелика, въ средней части Перуанскаго плоскогорія. Рудники провинціи Кастовирріана лежатъ на высотѣ 4800 метровъ. Чтобы достигнуть этого пункта ѣдутъ на лошадяхъ отъ гавани Писко, извѣстной по значительной добычѣ гуано на близъ лежащихъ островахъ Хинхо, или же пользуются для этой цѣли небольшой желѣзнодорожной вѣтвью, идущей до города Ика и оттуда по открывающейся здѣсь долинѣ достигаютъ кратчайшимъ путемъ вершинъ Кордильеровъ. Города Писко и Ико лежатъ на берегу потоковъ, питающихся осадками, выпадающими на вершины Кордильеровъ и воды ихъ достаточно, чтобы, пользуясь искусственнымъ орошеніемъ, сдѣлать пригодною для земледѣлія небольшую полосу земли въ окрестностяхъ этихъ потоковъ.

На морскомъ берегу вовсе не выпадаетъ осадковъ и рвы, по которымъ проводится вода, часто образуютъ рѣзкую границу между роскошной растительностью на той части берега, которая орошается ими и пустыннымъ безжизненнымъ видомъ остальной части.

Въ городахъ находятся большія торговыя фирмы и агентства, въ рукахъ которыхъ сосредоточивается ввозъ товаровъ и вывозъ произведеній страны. Среди этихъ послѣднихъ продукты горнаго промысла занимаютъ второе мѣсто послѣ продуктовъ земледѣлія и связанныхъ съ нимъ промысловъ: скотоводства, винодѣлія, винокуренія и приготовленія сахара. Изъ этихъ

продуктовъ береговая полоса производитъ хлопокъ, маисъ, фрукты и поваренную соль, извлекаемую изъ небольшихъ озеръ; средняя полоса до высоты, примѣрно, 3500 метровъ производитъ овощи, коренья и картофель. Наконецъ на вершинахъ горъ произрастаютъ питательныя травы, почему здѣсь развито скотоводство и особенно разведеніе убойнаго скота. Чтобы дополнить списокъ этихъ произведеній, упомянемъ еще о томъ, что въ сыромъ тропическомъ климатѣ по восточному склону Кордильеровъ въ изобиліи произрастаютъ кофейное дерево, какао и кока. Эти послѣднія представляютъ собою особымъ способомъ засушенные листья куста, изъ которыхъ извлекается столь цѣнимое въ послѣднее время вещество кокаинъ. Туземцы жуютъ эти листья и настолько привыкаютъ къ этому, что листья становятся для нихъ такъ же необходимыми, какъ курильщику сигара. На большихъ плоскогорьяхъ Кордильеровъ, на высотѣ болѣе 4000 метровъ, собственно хлѣбопашество уже невозможно и на равнинахъ, покрытыхъ тощей растительностью, здѣсь пасутся только ламы, альпакасы и привозныя овцы. Альпакасы и овцы даютъ, кромѣ мяса, прекрасную шерсть. Шерсть ламъ — не такъ хороша и животныя эти цѣнятся, главнѣйше, какъ вьючныя животныя, и въ этомъ отношеніи они незамѣнимы, такъ какъ проходятъ въ день до 30 верстъ, при нагрузкѣ около 4 пудовъ, не требуя при этомъ почти никакого за собой ухода и довольствуясь самой скудной пищей. Въ ниже лежащихъ частяхъ страны для перевозки тяжестей употребляютъ ословъ и муловъ. Они способны вынести большую тяжесть (первые до 100, а вторые до 150 клгр.) и дѣлаютъ нѣсколько большіе переходы, но перевозка на нихъ обходится нѣсколько дороже, нежели на ламахъ, по причинѣ бóльшаго ухода, требуемаго ими.

Сильные мулы могутъ вынести и бóльшую нагрузку до 150—175 килогр. и на нихъ перевозятся, хотя и за болѣе дорогую плату, тяжелыя машинныя части, вѣсъ которыхъ заключается въ означенныхъ предѣлахъ.

Тяжести же болѣе 175 килограммовъ (5—6 пудовъ) вѣсомъ переносятся носильщиками, для чего послѣдніе собираются въ партіи по 24—36 человѣкъ въ каждой и на пути часто мѣняются. Партіи эти дѣлаютъ переходы по 20—30 верстъ въ день. Такимъ же точно способомъ переносятся балки и другія болѣе длинныя части, такъ какъ на ослахъ и мулахъ можно перевозить только предметы не длиннѣе $2\frac{1}{2}$ метровъ (нѣсколько болѣе сажени).

Такъ какъ многіе предметы, необходимые для жителей, привозятся изъ-за границы, то между берегомъ и внутренностью страны существуютъ крайне оживленныя сношенія.

Всѣ мѣсторожденія принадлежатъ къ типу жильныхъ мѣсторожденій. При гористомъ рельефѣ мѣстности представляется крайне удобной разработка штольнями, не требующая никакихъ особыхъ приспособленій для отлива воды и доставки добытыхъ матеріаловъ на поверхность. Разработка глубокими шахтами возможна только въ рудникахъ съ ограниченнымъ притокомъ воды, такъ какъ для отлива послѣдней въ распоряженіи рудниковъ, удаленныхъ отъ желѣзныхъ дорогъ, имѣются только ручные насосы, а иногда отсутствуютъ и эти послѣдніе и вода доставляется индѣйцами въ особыхъ кожаныхъ мѣшкахъ съ болѣе глубокихъ горизонтовъ къ горизонту штольни. Тѣмъ же примитивнымъ способомъ доставляются на поверхность и добытыя въ рудникахъ ископаемыя и лишь на нѣкоторыхъ рудникахъ для этой цѣли устроены ручные ворота.

Прокладка рельсовыхъ путей въ рудникѣ такъ же чрезвычайно затруднительна, такъ какъ рельсы доставляются изъ Европы, или Америки и должны быть перевезены къ рудникамъ на животныхъ. Такъ какъ далѣе отдѣльные рельсы въ 5 и болѣе метровъ длины не могутъ быть навьючены на животныхъ, то для перевозки ихъ приходится сгибать въ четыре и болѣе

раза и снова распрямлять на рудничныхъ кузницахъ. Подкладки и заклепки для соединенія рельсъ, костыли для прикрѣпленія ихъ къ шпаламъ, даже сами шпалы, все это должно быть доставлено съ берега и съ трудностями доставки приходится считаться всякій разъ, когда хотятъ замѣнить существующій здѣсь уже давно, крайне примитивный способъ добычи полезныхъ ископаемыхъ другими, болѣе совершенными способами.

Вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ здѣсь часто наблюдаются примѣры пріостановки разработки мѣсторожденій, если только добываемая руда не представляется достаточно богатою, чтобы окупить значительныя издержки, связанныя съ добычею. Содержаніе серебра въ $^1/_2$% представляется для здѣшнихъ разработокъ довольно обыкновеннымъ. Иногда попадаются богатыя руды съ содержаніемъ серебра до 2—3%, и наоборотъ нерѣдко разрабатываются съ выгодою руды, содержащія всего 0,15—0,25% серебра. Руды на глубокихъ горизонтахъ состоятъ, по большей части, изъ тѣсной смѣси свинцоваго блеска, цинковой обманки и сѣрнаго колчедана съ небольшою примѣсью красной серебряной руды и богатыхъ серебромъ блеклыхъ рудъ.

Близъ поверхности въ такъ называемой желѣзной головѣ здѣсь, какъ и во многихъ другихъ рудникахъ средней и Южной Америки замѣчается переходъ названныхъ рудъ въ іодистыя, хлористыя и бромистыя соединенія серебра, причемъ жильный кварцъ окрашивается окислами желѣза въ различные оттѣнки желтаго, бураго и краснаго цвѣта. Эти руды, получившія здѣсь особое названіе Colorados и Pacos, легко обрабатываются простой амальгамаціей, между тѣмъ какъ нижнія колчеданистыя руды должны быть предварительно подвергнуты хлорирующему обжигу. Амальгамирныя устройства приводятся въ движеніе отъ гидравлическихъ двигателей, причемъ необходимая для нихъ вода имѣется въ изобиліи въ горныхъ долинахъ, и двигатели даже въ сухое время года обезпечены водою, вытекающей изъ вѣчныхъ снѣговъ съ высокихъ вершинъ Кордильеровъ и изъ обильныхъ, разстилающихся ниже ихъ торфяныхъ болотъ. Амальгамаціей извлекается только серебро и часть содержащагося въ рудахъ золота. Всѣ другіе металлы остаются въ остаткахъ отъ амальгамаціи, почему рудники эти и являются серебряными въ тѣсномъ смыслѣ этого слова. Вмѣстѣ съ серебромъ, извлеченнымъ амальгамаціей, вывозятся съ рудниковъ такъ же и руды, богатыя свинцомъ и мѣдью, а потому мало пригодныя для амальгамаціи. Всѣ эти продукты доставляются къ морю на вьючныхъ животныхъ, причемъ обратнымъ грузомъ служатъ различные продукты, необходимые для населенія рудниковъ и доставляемые туда съ берега. Къ числу такихъ продуктовъ относятся: сахаръ, рисъ, поваренная соль, водка, различныя матеріи, сапожный товаръ и всевозможные мелкіе предметы домашняго обихода, какъ то: галантерейный товаръ, спички, ножи, вилки и т. п. Сюда надо присоединить еще различные предметы, необходимые для работы на рудникахъ, какъ то: взрывчатыя вещества, сталь для буровъ, ртуть для амальгамаціи и др. вплоть до досокъ и желѣза, а равно гальванизированныхъ листовъ для крышъ и т. п. предметовъ, которые доставляются сюда изъ Сѣверной Америки.

Необходимая для процессовъ амальгамаціи соль добывается внутри страны и доставляется туземцами на ламахъ, какъ и древесный уголь. Послѣдній примѣняется только для кузнечныхъ горновъ; для обжига же сѣрнистыхъ рудъ, извести и кирпичей примѣняется болѣе дешевое топливо — „такоэ“, представляющее собою высушенный навозъ ламы, собираемый туземцами въ сухое время года на дворахъ, гдѣ эти животныя проводятъ ночь и въ изобиліи доставляемый на нихъ же въ рудникахъ. Такимъ образомъ ламы представляютъ собою необходимое условіе для сколько нибудь правильнаго веденія рудничныхъ работъ и работъ по амальгамаціи и на значительныхъ рудникахъ перебываетъ въ день до нѣсколькихъ сотъ этихъ животныхъ, на-

груженныхъ различными припасами, для потребностей рудника и различными продуктами, на немъ добываемыми.

Рабочее населеніе состоитъ изъ индѣйцевъ — потомковъ прежнихъ обитателей Перу, отличающихся малымъ ростомъ и въ то же время большою выносливостью. При строгомъ, но справедливомъ обращеніи съ ними индѣйцы представляются прекрасными работниками и на большихъ рудникахъ удалось образовать постоянное рабочее населеніе, изъ среды котораго вербуются и штейгера. Кромѣ нихъ охотно принимаются на работы и индѣйцы изъ болѣе отдаленныхъ деревень. Изъ смѣшанныхъ рассъ надежными рабочими являются метиссы — помѣсь европейцевъ съ индѣйцами, составляющіе значительную часть населенія Перу. Изъ собственно европейцевъ встрѣчаются иногда рабочіе итальянцы, но и для нихъ представляется невыносимою трудная работа въ горахъ при разряженномъ воздухѣ (давленіе барометра на высотѣ 4800 метр. надъ уровнемъ моря составляетъ всего 425 мм. вмѣсто нормальныхъ 760). Негры и китайцы, часто встрѣчающіеся въ узкой береговой полосѣ, не выносятъ суроваго климата Кордильеровъ и лишь изрѣдка попадаются на рудникахъ въ качествѣ поваровъ и другой прислуги. Такъ же точно не выносятъ суроваго климата и смѣшанныя расы, въ жилахъ которыхъ течетъ негритянская кровь — мулаты, помѣсь бѣлыхъ съ неграми, и самбосъ, смѣсь негровъ съ индѣйцами. Руководителями работъ являются инженеры, получившіе образованіе въ Европѣ или Америкѣ; всѣ же другіе служащіе являются уроженцами различныхъ странъ Европы и Америки, среди которыхъ преобладаютъ сѣверо-американцы, нѣмцы, англичане, испанцы и итальянцы (послѣдніе въ качествѣ ремесленниковъ).

Климатъ высокихъ вершинъ Кордильеровъ, несмотря на расположеніе ихъ подъ 13° южной широты, является суровымъ но не нездоровымъ. Въ теченіе всего года по ночамъ морозы. Періодъ времени съ апрѣля по октябрь является сухимъ. Въ остальное время года, совпадающее съ періодомъ дождей въ южной тропической полосѣ, здѣсь идетъ снѣгъ или градъ, сопровождаясь иногда грозами и бурями. Передъ обѣдомъ снѣгъ, выпавшій наканунѣ, таетъ подъ лучами солнца, а послѣ обѣда выпадаетъ новый, иногда за одну ночь покрывающій землю слоемъ въ 10 сантим. толщины.

Вездѣ въ это время года текутъ потоки водъ и тропинки, протоптанныя копытами муловъ въ густой травѣ, находятся въ плачевномъ состояніи. Ночью термометръ опускается до 3—4° холода, днемъ температура доходитъ до 10—12° тепла, а въ защищенныхъ мѣстахъ и выше. Сильный здоровый организмъ быстро свыкается съ этими колебаніями температуры и горный климатъ даетъ себя чувствовать только затруднительностью дыханія и опасными воспаленіями легкихъ, являющимися результатомъ простуды. Европейцы должны кромѣ того носить консервы и защищать лицо голубой или черной сѣткой, дабы избѣжать воспаленія глазъ и кожи, которыя часто появляются у нихъ вслѣдствіе ослѣпительнаго блеска свѣжаго снѣга подъ солнечными лучами.

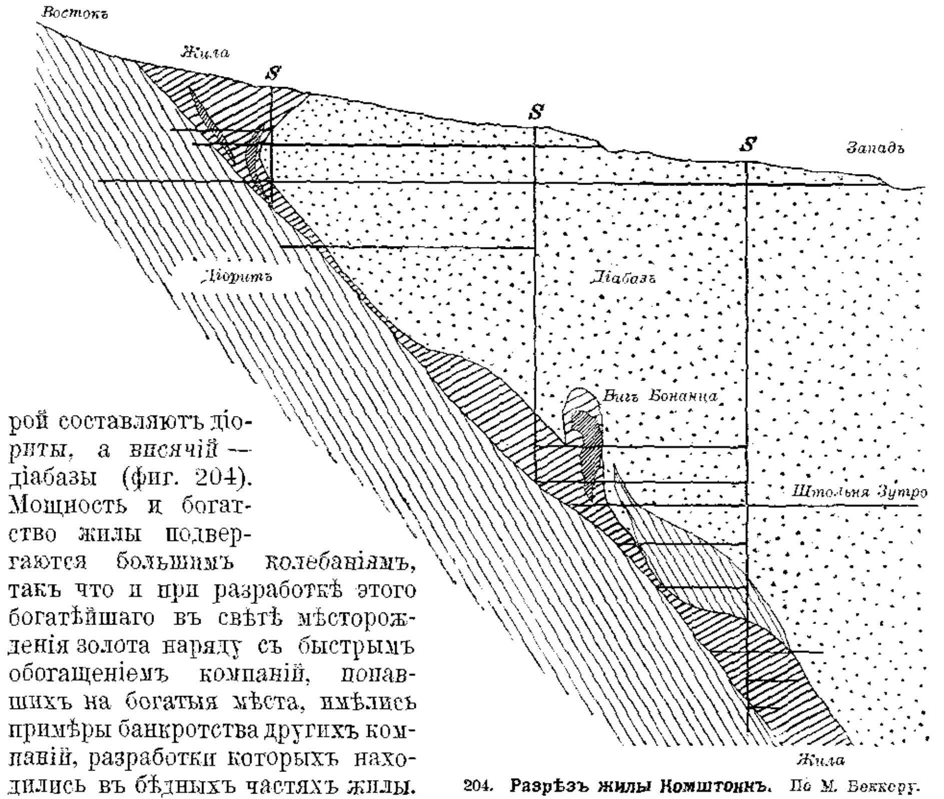
Жизнь на вершинахъ Кордильеровъ богата лишеніями для европейца. Отъ руководителя рудника требуется постоянное и строгое наблюденіе за всѣми отраслями хозяйства, такъ какъ знанія низшихъ служащихъ чрезвычайно ограничены и на нихъ трудно положиться. Жить приходится въ одиночествѣ, посѣщеніе сосѣднихъ городовъ не представляетъ большого интереса и единственнымъ развлеченіемъ для него служатъ охота и изученіе языка и своеобразныхъ нравовъ туземцевъ, усвоившихъ себѣ внѣшніе признаки христіанства и европейской культуры и сохранившихъ въ полной неприкосновенности унаслѣдованные отъ предковъ языческіе нравы и обычаи. Еще и теперь въ Кордильерахъ часто встрѣчаются индѣйцы, не знающіе ни слова по испански. Частыя въ странѣ революціи нарушаютъ правильное те-

ченіе промышленной жизни въ тѣмъ большей степени, что предводители различныхъ партій часто нуждаются въ денежныхъ средствахъ, для осуществленія своихъ честолюбивыхъ плановъ и видятъ въ серебряныхъ рудникахъ неисчерпаемый источникъ этихъ средствъ. Въ такихъ случаяхъ управляющимъ рудниками приходится торговаться изъ-за каждой копейки новыхъ чрезвычайныхъ налоговъ, стараться, по возможности, отсрочить время ихъ уплаты, при уплатѣ показывать видъ, что уступаешь лишь крайней необходимости и ни въ коемъ случаѣ не отстраняться отъ представителей противной партіи, такъ какъ они могутъ въ ближайшемъ будущемъ оказаться у власти и отомстить за непріязненное къ нимъ отношеніе. Положеніе служащихъ на рудникахъ до нѣкоторой степени облегчается тѣмъ обстоятельствомъ, что рудники принадлежатъ обыкновенно иностраннымъ компаніямъ. Съ этими компаніями правительство чувствуетъ себя гораздо болѣе стѣсненнымъ, чѣмъ съ мелкими туземцами-собственниками, а бродячія вокругъ разбойничьи банды не отваживаются нападать на большіе рудники, такъ какъ служащіе послѣднихъ могутъ, въ случаѣ необходимости, дать имъ отпоръ съ оружіемъ въ рукахъ. Однако, такіе рудники являются исключеніемъ; жизнь и имущество на вершинахъ горъ представляются, вообще говоря, мало обезпеченными и лица, потерявшія свое состояніе во время революцій, затрачиваютъ нерѣдко послѣднія свои средства на организацію контрреволюцій въ надеждѣ съ избыткомъ покрыть свои издержки во время пребыванія власти въ рукахъ ихъ единомышленниковъ.

Пріятнымъ развлеченіемъ для служащихъ является путешествіе къ морскому берегу въ качествѣ спутниковъ каравана съ серебромъ. Дорога проходитъ всѣ климатическіе пояса, начиная отъ суроваго климата высокихъ горныхъ вершинъ до тропической жары прибрежной полосы. При пріѣздѣ въ Лиму, столицу государства, путешественники испытываютъ большое наслажденіе, попавъ вновь въ обычныя условія жизни въ культурныхъ странахъ, комфорта и удобствъ которой они были совершенно лишены во время пребыванія на рудникѣ.

Жила Комштоккъ въ Невадѣ. Жила Комштоккъ доставила въ сравнительно короткій промежутокъ времени, не болѣе 20 лѣтъ, наибольшее количество благородныхъ металловъ, по сравненію со всѣми извѣстными мѣсторожденіями этихъ послѣднихъ. По стоимости добытаго продукта $^2/_5$ общей добычи приходились на золото и $^3/_5$ на серебро. По количеству добытыхъ продуктовъ преобладало серебро въ видѣ сѣрнистаго, хлористаго серебра, мышьяковистыхъ и сурьмянистыхъ соединеній этого металла, почему разработка этого мѣсторожденія и должна быть изложена въ главѣ о разработкѣ мѣсторожденій серебра. Во время золотой горячки 1848 года часть золотоискателей, направлявшихся въ Калифорнію, остановилась на пути близъ деревни Washoe въ штатѣ Невада и занялась промывкою имѣвшихся здѣсь розсыпей. Когда около 1858—59 года розсыпи были выработаны, принялись, по примѣру Калифорніи, за розыски коренныхъ мѣсторожденій золота. Поиски увѣнчались полнымъ успѣхомъ и вскорѣ былъ найденъ и прослѣженъ на большое разстояніе выходъ кварцевой золотоносной жилы. Жила оказалась весьма мощною, доходила въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 300 метровъ мощности, считая и часть пустыхъ породъ по составу напоминающихъ жильную породу, за принадлежащую къ жилѣ. Въ верхнихъ частяхъ жила состояла изъ разъѣденнаго, вывѣтреннаго кварца съ включеніями самороднаго золота и разложившихся богатыхъ серебряныхъ рудъ, съ природой и значеніемъ которыхъ познакомились лишь нѣкоторое время спустя, послѣ начала разработки жилы. Комштоккъ былъ однимъ изъ первыхъ капиталистовъ, рискнувшихъ вложить свои капиталы въ новое предпріятіе и по его имени жила получила свое названіе.

Несмотря на различныя пререканія съ индѣйцами, открыто возставшими противъ пришельцевъ, въ 1860 г. была проложена первая желѣзнодорожная линія въ Washoe и въ томъ же году построена первая обогатительная фабрика. Открытіе богатыхъ залежей руды побудило къ лихорадочной быстротѣ работъ, причемъ были затрачены огромные капиталы, дабы справиться съ притокомъ воды, значительно возраставшимъ съ углубленіемъ работъ. Стоимость добытаго золота такъ же быстро возрасла съ 100 000 долларовъ въ 1860 году до 16 милліоновъ долларовъ въ 1864 году, послѣ чего она начала падать. Отношеніе жилы къ окружающимъ породамъ измѣняется въ различныхъ частяхъ ея, но въ общемъ она представляетъ собою контактовую жилу, лежачій бокъ которой составляютъ діориты, а висячій — діабазы (фиг. 204). Мощность и богатство жилы подвергаются большимъ колебаніямъ, такъ что и при разработкѣ этого богатѣйшаго въ свѣтѣ мѣсторожденія золота наряду съ быстрымъ обогащеніемъ компаній, попавшихъ на богатыя мѣста, имѣлись примѣры банкротства другихъ компаній, разработки которыхъ находились въ бѣдныхъ частяхъ жилы. Разработка мѣсторожденія затруднялась еще тѣмъ обстоятельствомъ, что съ глубиною самородное золото стало попадаться рѣдко, замѣнившись колчеданами, содержащими золото въ химическомъ соединеніи, обработка которыхъ въ то время еще не была извѣстна. Лишь мало-по-малу научились извлекать золото изъ рудъ предварительнымъ хлорирующимъ обжигомъ ихъ и послѣдующей амальгамаціей и уже много времени спустя былъ введенъ особый процессъ, состоящій изъ толченія рудъ и амальгамаціи ихъ съ прибавкою мѣднаго купороса и поваренной соли. Населеніе округа быстро росло. Три ближайшихъ мѣстечка: Виргинія, Гольдгиль и Зильберсити насчитывали въ 1876 году болѣе 20 000 жителей и въ періодъ времени съ 1870 по 80 годъ на рудникахъ работало до 3000 челов.



204. **Разрѣзъ жилы Комштокъ.** По М. Беккеру.

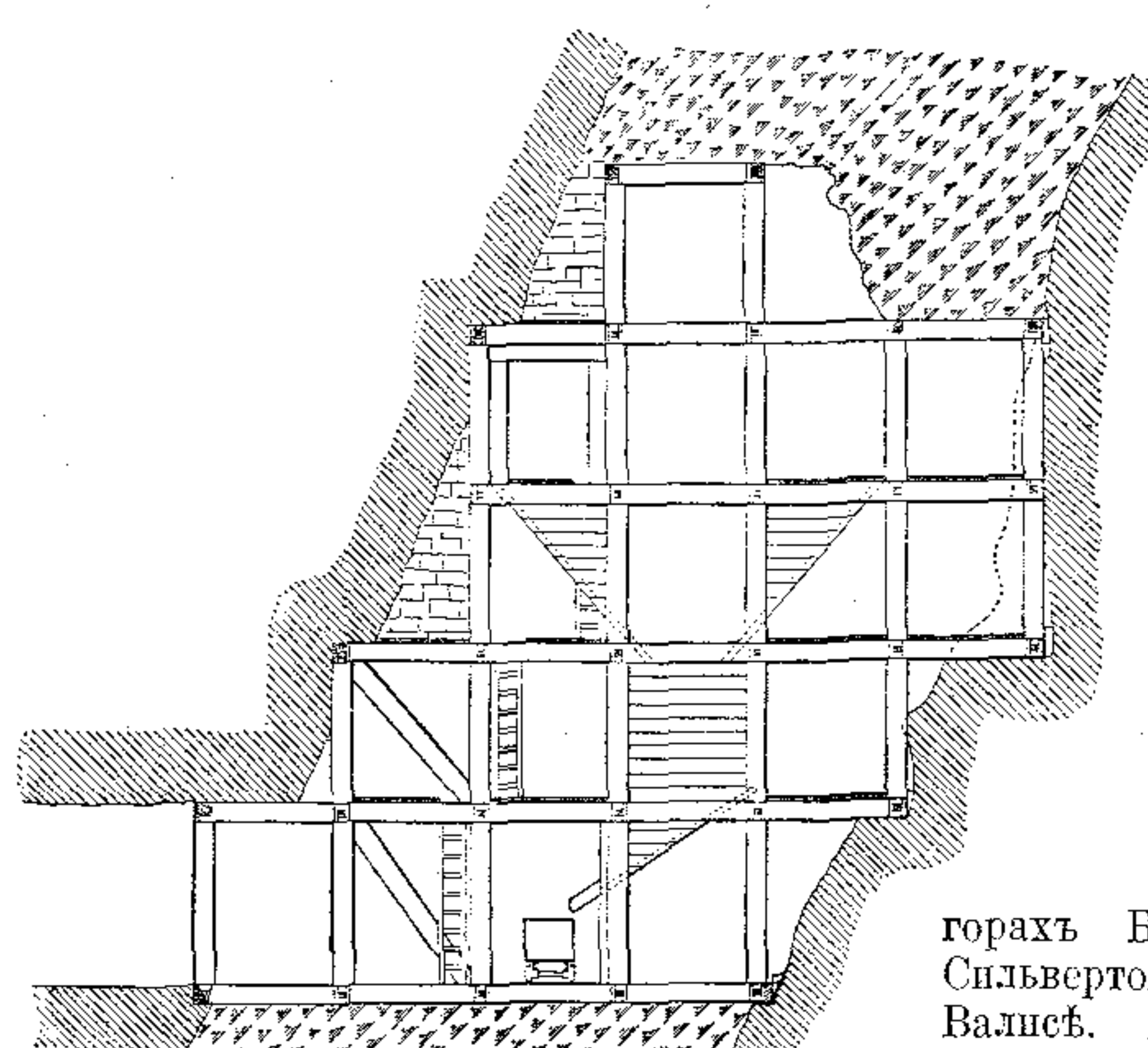
Къ трудностямъ разработки вслѣдствіе сильнаго притока воды прибавилась съ теченіемъ времени новая, заключавшаяся въ недостаткѣ вентиляціи и быстромъ съ глубиною возрастаніи температуры. Несмотря на то, что выходъ жилы лежитъ, примѣрно, на высотѣ 1800 метр. надъ уровнемъ моря.

температура на глубинѣ 400 метр. доходила уже до 32°, а на глубинѣ 500 метровъ — до 38° Цельсія. Съ цѣлью устранить оба эти затрудненія Вильямъ Зутро предложилъ еще въ 1864 г. проектъ штольни, имѣвшей по его плану 6 килом. длины и долженствовавшей осушить рудники до 500 метровъ глубины. Проведеніе штольни требовало значительной затраты капитала и было первоначально отвергнуто, такъ какъ отдѣльные рудники не могли прійти къ соглашенію относительно этого проекта. Лишь въ 1869 году штольня была начата; за недостаткомъ средствъ она проводилась крайне медленно и когда наконецъ въ 1878 году штольня достигла жилы, разработки многихъ рудниковъ находились уже гораздо ниже горизонта штольни. Проведеніе штольни, тѣмъ не менѣе, оказалось крайне благопріятнымъ для разработки, такъ какъ она отводила примѣрно до 11 куб. метровъ воды въ минуту, большая часть которой попадала раньше въ разработки и должна была подниматься машинами до поверхности земли.

Въ 1874 году на двухъ сосѣднихъ рудникахъ: Виргиніи и Калифорніи было открыто самое большое изъ когда либо разрабатывавшихся на жилѣ скопленій богатой руды, такъ называемое Vig-Bonanza (Bonanza — мексиканское названіе скопленій богатыхъ рудъ). Скопленіе это находилось въ висячемъ боку жилы (см. фиг. 204) и состояло изъ разрушеннаго кварца съ включеніями самороднаго золота и богатыхъ серебряныхъ рудъ. Стоимость тонны этой встрѣчающейся массами и легко добываемой породы доходила до 80 долларовъ. Стоимость годовой добычи серебра и золота поднялась вслѣдствіе этого только на двухъ названныхъ рудникахъ до 30 милліоновъ долларовъ въ 1876 году и 32 милліоновъ — въ 1877 г., но богатая часть была выработана чрезвычайно быстро и уже въ слѣдующемъ 1878 году стоимость добычи опустилась до 18,5 милліоновъ долларовъ. Стоимость общей годовой добычи металловъ на всѣхъ рудникахъ жилы достигла въ 1876 году своего максимума 38 милліоновъ долларовъ; въ 1877 г. она составляла 37 милліоновъ, а въ 1878 г. всего 24,5 милліона долларовъ. Во все время разработки до 1880 года было добыто серебра на сумму 174 милліона долларовъ, а золота — 132 милліона.

Открытіе такихъ богатыхъ запасовъ рудъ на рудникахъ Виргиніи и Калифорніи возбудило лихорадочную дѣятельность на сосѣднихъ рудникахъ. Работы стали быстро углубляться: штреками и шахтами, проходили жилу по всевозможнымъ направленіямъ, но вездѣ натыкались на бѣдныя руды; сколько нибудь значительныхъ Бонанца больше найдено не было и большинство рудниковъ работали въ убытокъ. Къ этому присоединились большія трудности, вслѣдствіе необыкновенно быстраго возрастанія температуры отъ близкаго сосѣдства горячихъ источниковъ. Рабочіе въ нѣкоторыхъ выработкахъ выдерживали всего нѣсколько минутъ работы и должны были сейчасъ же уходить въ выработки съ болѣе умѣренной температурой. Чтобы помочь горю, пробовали охлаждать рудникъ, спуская въ выработки ледъ, расходъ котораго доходилъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ до 100 фунтовъ на человѣка въ смѣну, но это мало помогало и на глубинѣ 1000 метровъ работы пришлось остановить за невозможностью справиться съ столь быстрымъ возвышеніемъ температуры. Начиная съ 1879 года, добыча начала быстро опускаться и уже въ 1886 году было рѣшено остановить водоотливныя машины и, затопивъ всѣ выработки ниже горизонта капитальной штольни, ограничить работы обработкою старыхъ отваловъ и добычею болѣе бѣдныхъ цѣликовъ, оставшихся въ разработкахъ выше этого горизонта. Такимъ образомъ закончилась разработка одного изъ богатѣйшихъ мѣсторожденій всего свѣта. Исторія этой разработки даетъ намъ типичный образецъ настойчивой энергіи, съ которою она велась и дикой погони за наживой. Въ 25 лѣтъ работы достигли глубины 1000 метровъ, которая въ другихъ мѣстахъ, какъ, напримѣръ, въ Prш-

браамѣ въ Богеміи была достигнута только послѣ нѣсколькихъ столѣтій упорной работы. Разработка жилы Комштоккъ даетъ намъ поэтому наглядное доказательство того, что имѣющимися въ нашемъ распоряженіи средствами мы можемъ въ короткое время извлечь и обработать громадное количество матеріала. Такой массовой добычей достигается понятно большая прибыльность работы въ данное время, но за то сокращается срокъ существованія рудника, такъ какъ запасы ископаемаго въ немъ крайне ограничены. Представляется крайне желательнымъ осторожное хозяйничанье съ дарованными намъ природою богатствами, возможно полное извлеченіе всего запаса ископаемаго изъ даннаго мѣсторожденія, а не однѣхъ только богатыхъ частей его. Истиннымъ мѣриломъ успѣшности работы должна поэтому служить не высокая прибыль отдѣльныхъ лѣтъ, а общая добыча ископаемаго за все время существованія рудника, по сравненію съ общимъ запасомъ ископаемаго въ мѣсторожденіи.



205. **Крѣпленіе вынутыхъ пространствъ на рудникѣ Броккенъ-Гилль въ Новомъ Южномъ Валисѣ.**
По Говеллю.

Добыча серебра въ Австраліи была до 1895 года ничтожной. Начиная съ этого года, добыча значительно возрасла, благодаря открытію богатаго мѣсторожденія серебряныхъ рудъ Броккенъ-Гилль въ горахъ Баррьеръ-Ранге, округа Сильвертонъ въ Новомъ Южномъ Валисѣ. По новѣйшимъ изслѣдованіямъ мы въ данномъ случаѣ имѣемъ дѣло не съ жилою, а съ залежью серебряныхъ рудъ. Въ верхнихъ частяхъ залежи, содержащихъ богатыя серебряныя руды въ формѣ хлористаго и бромистаго серебра и различныхъ солей свинца, встрѣчается часто каолинъ — продуктъ разрушенія полевыхъ шпатовъ. На большей глубинѣ встрѣчаются колчеданистыя руды и главнѣйше свинцовый блескъ, цинковая обманка и мѣдный колчеданъ въ сопровожденіи граната и полевого шпата — минераловъ, не встрѣчающихся въ жильныхъ мѣсторожденіяхъ серебра. Мѣсторожденіе прослѣжено по простиранію до 3 километровъ; мощность его достигаетъ мѣстами 30 метровъ. Боковая порода состоитъ изъ кристаллическихъ сланцевъ и, иногда, зеленокаменныхъ породъ. Широкія и высокія выемочныя пространства поддерживаются прочной деревянной крѣпою (см. фиг. 205), причемъ, за отсутствіемъ въ Австраліи пригодныхъ для крѣпленія породъ лѣса, крѣпь приготовляютъ изъ американской пихты. По окончаніи выемки все вынутое пространство закладываютъ пустой породой, причемъ стараются извлечь по возможности всю крѣпь, такъ какъ послѣдняя дорого стоитъ. До конца 1892 года всего на рудникахъ было добыто 1 629 000 килогр. серебра и 231000 тонъ свинца и отъ добычи получено до 96 300 000 марокъ прибыли. Здѣсь какъ и во многихъ другихъ мѣстахъ

развитіе горнаго промысла способствовало возникновенію богатыхъ и населенныхъ городовъ въ пустынной, бездождной мѣстности, часто посѣщаемой бурями. Наиболѣе удобнымъ путемъ служитъ желѣзная дорога отъ порта Аделаиды до Броккенъ-Гилля.

Добыча мѣди.

Мѣдныя руды пользуются большимъ распространеніемъ на землѣ, но лишь въ немногихъ, сравнительно, мѣстахъ онѣ встрѣчаются въ столь большомъ количествѣ, что добыча ихъ здѣсь играетъ замѣтную роль въ общей міровой добычѣ мѣди, что ясно видно изъ слѣдующей таблицы, представляющей по К. А. Герингу распредѣленіе добычи мѣди въ 1895 году.

Названіе частей свѣта	Добыча въ тоннахъ	Примѣчанія	
Европа	84000	Изъ нихъ:	
		a) Германія	16500
		а именно: Маансфельдъ .	15000
		Раммельсбергъ	1400
		b) Россія	5000
		c) Испанія	55000
Азія	18500	Преимущественно въ Японіи.	
Африка	7000	Исключит. въ Капской землѣ.	
Ю. Америка	24500	Изъ нихъ Чили	22000
Сѣв. Америка	190000	Изъ нихъ:	
		рудн. верхн. озера	58000
		рудникъ Бутто въ Монтанѣ . .	82000
		Аризона	21500
Австралія	10000		
Всего	534000		

На развитіе мѣдной промышленности оказало крайне благопріятное вліяніе увеличеніе спроса на мѣдь для различныхъ потребностей электротехники, гдѣ металлъ этотъ является особенно удобнымъ матеріаломъ для приготовленія проводовъ. Благодаря этому спросу цѣны на мѣдь, быстро упавшія съ 4000 марокъ за тонну въ 1865 году до 885 марокъ въ 1894 году, начали снова подниматься и составляли въ среднемъ 996 марокъ въ 1895 и нѣсколько болѣе 1000 марокъ въ 1897 году.

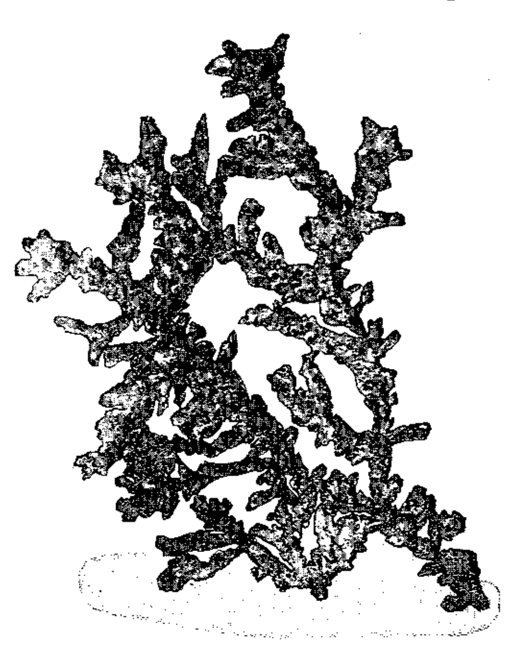
Мѣдныя руды крайне разнообразны по своему составу. Изъ нихъ мы отмѣтимъ прежде всего самородную мѣдь, отличающуюся большою ковкостью, тягучестью и въ свѣжемъ изломѣ — характернымъ мѣдно-краснымъ цвѣтомъ. Въ природѣ встрѣчаются богатыя мѣсторожденія, заключающія самородную мѣдь, каковы, напримѣръ, многія мѣсторожденія Урала и Австраліи. Наиболѣе замѣчательными изъ нихъ являются мѣсторожденія мѣдныхъ рудъ на берегу верхняго озера въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ самородная мѣдь встрѣчается какъ въ собственно жильныхъ мѣсторожденіяхъ, такъ и въ пластахъ конгломератовъ, образуя здѣсь часто цементъ, которымъ связаны отдѣльныя гальки породы. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ мѣдь попадается часто такими большими глыбами, что добыча ея становится затруднительной, такъ какъ при этомъ приходится въ рудникѣ разбивать глыбу на болѣе мелкіе куски, которые уже извлекаются на поверхность. Изъ числа большихъ глыбъ мѣди упомянемъ о найденной однажды глыбѣ въ 13 метр. длиною, $6^1/_2$ метр. шириною и 2,4 метр. толщиною. Иногда мѣдь встрѣчается въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ октаэдрической формы, но гораздо чаще попадаются скопленія кристалловъ въ видѣ пластинъ вѣтвей, деревьевъ и т. п. Одинъ изъ такихъ агрегатовъ представленъ на фиг. 206.

Красная мѣдная руда или купритъ представляетъ по составу закись мѣди, съ содержаніемъ послѣдней 88%, и встрѣчается въ видѣ хорошо

образованныхъ и окрашенныхъ въ красивый, кроваво-красный цвѣтъ кристалловъ октаэдрической и кубической формы, или, что чаще, въ видѣ аморфныхъ массъ.

Кирпичная руда буровато-краснаго, или кирпично-краснаго цвѣта, является продуктомъ разложенія различныхъ мѣдныхъ рудъ и представляетъ по составу порошкообразную смѣсь куприта и бураго желѣзняка.

Изъ сѣрнистыхъ соединеній мѣди можно назвать мѣдный блескъ стально-сѣраго цвѣта и мѣдное индиго или ковелинъ, окрашенный красивымъ темно индигово-синимъ цвѣтомъ. Первый изъ названныхъ минераловъ представляетъ крайне распространенную мѣдную руду; мѣдное же индиго встрѣчается только въ жильныхъ мѣсторожденіяхъ Боливіи и Чили и, въ довольно значительномъ количествѣ, на островѣ Кавау, близъ сѣвернаго острова Новой Зеландіи. Изъ соединеній сѣрнистой мѣди и сѣрнистаго желѣза замѣчательны: мѣдный колчеданъ, минералъ, нѣсколько похожій по цвѣту на сѣрный колчеданъ и отличающійся отъ него, главнѣйше, значительно меньшей твердостью и пестрая мѣдная руда, окрашенная въ свѣжемъ изломѣ бронзовожелтымъ цвѣтомъ, который быстро переходитъ въ темносиній и красноватосиній цвѣта. Подъ именемъ блеклыхъ рудъ подразумѣвается группа минераловъ, весьма разнообразныхъ по составу и содержащихъ мѣдь, желѣзо, иногда, какъ это было указано выше, серебро, цинкъ и наконецъ ртуть въ соединеніи съ сѣрнистымъ мышьякомъ и сурьмою. Не смотря на такое разнообразіе химическаго состава, блеклыя руды кристаллизуются въ сходныхъ формахъ и имѣютъ много общаго между собою по своимъ физическимъ свойствамъ, почему ихъ и соединяютъ въ одну группу. Въ зависимости отъ химическаго состава различаютъ теннантитъ или мышьяковистую блеклую руду отъ тетраэдрита или сурьмянистой руды.

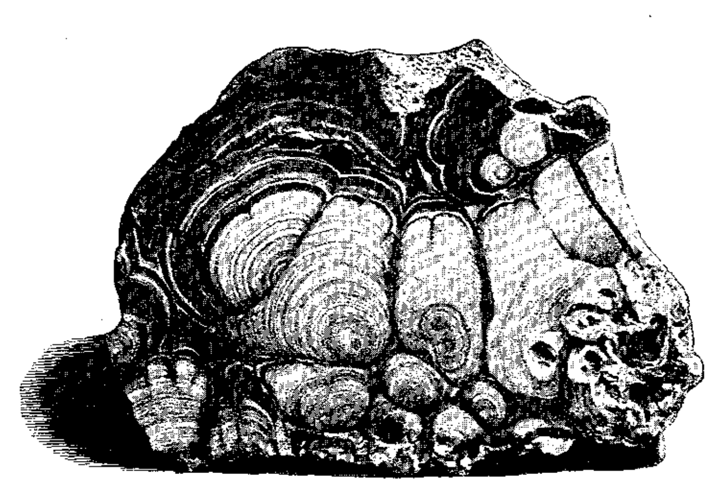


206. **Самородная мѣдь. Вѣтвистый агрегатъ. Рудникъ Конимбо въ Чили.** (1/2 нат. велич.)

Кромѣ указанныхъ рудъ въ природѣ находятся еще различныя руды, представляющія по составу соли мѣди отъ различныхъ кислотъ и образующіяся разрушеніемъ рудъ, поименованныхъ выше. Руды эти находятся обыкновенно въ верхнихъ частяхъ мѣсторожденій и въ Южной Америкѣ называются общимъ именемъ „Colorados“, что значитъ пестрыя мѣдныя руды. Къ числу ихъ относятся: малахитъ, по составу водная углекислая соль мѣди, представляющій собою не только прекрасную мѣдную руду но и, въ своихъ плотныхъ разновидностяхъ, окрашенныхъ красивымъ темно-зеленымъ цвѣтомъ, цѣнящійся какъ матеріалъ для выдѣлки всевозможныхъ украшеній (см. фиг. 207). Подѣлками изъ малахита славится Екатеринбургъ — центръ торговли уральскими и сибирскими драгоцѣнными камнями. Сходный химическій составъ имѣетъ мѣдная лазурь, окрашенная красивымъ темно-синимъ цвѣтомъ и встрѣчающаяся часто въ видѣ отдѣльныхъ хорошо образованныхъ кристалловъ. Атакамитъ — по составу соединеніе водной закиси мѣди съ

полухлористой мѣдью—встрѣчается хорошо образованными кристаллами темно-зеленаго цвѣта въ мѣсторожденіяхъ мѣдныхъ рудъ пустыни Атакама въ Чили, откуда онъ и получилъ свое названіе. Кремнекислая мѣдная руда представляетъ соль мѣди отъ кремневой кислоты, по строенію напоминаетъ малахитъ, отличаясь отъ него свѣтло-зеленымъ цвѣтомъ, переходящимъ иногда въ свѣтло-синій. Наконецъ чтобы закончить гамму цвѣтовъ мѣдныхъ рудъ, упомянемъ объ смоляной рудѣ бураго цвѣта.

Наиболѣе значительное мѣсторожденіе мѣдныхъ рудъ находится близъ мѣстечка Butte въ Montana (Соединенные штаты Сѣверной Америки). Этотъ округъ славился уже съ 1877 г. своими мѣсторожденіями благородныхъ металловъ. Богатыя мѣдныя руды были открыты лишь въ 1883 году и представляютъ собою колчеданистыя руды, среди которыхъ преобладаютъ мѣдный блескъ, мѣдный колчеданъ и пестрая мѣдная руда. При необыкновенно значительной мощности, составляющей въ среднемъ 3 метра и доходящей мѣстами до 7, а иногда 30—40 метровъ, жилы содержатъ до 7—9 $^0/_0$ мѣди и тянутся на 3 версты по простиранію и около $1^1/_2$—2 верстъ въ крестъ простиранія. Жилы развѣданы и оказались рудоносными до глубины 400 метровъ, что, въ связи съ указанными выше ихъ размѣрами, дѣлаетъ это мѣсторожденіе однимъ изъ замѣчательнѣйшихъ мѣсторожденій всего свѣта. Передъ нимъ отступаютъ на второй планъ даже грандіознѣйшія мѣсторожденія близъ озера верхняго, до тѣхъ поръ господствовавшія на міровомъ рынкѣ. Эти послѣднія мѣсторожденія содержатъ, главнѣйше, самородную мѣдь, заключенную въ пласты конгломератовъ до 3—5 метровъ мощности. Первоначально мѣсторожденіе разрабатывалось открытыми работами и неглубокими наклонными шахтами, проведенными съ выхода пласта. Въ настоящее время оно разрабатывается отвѣсными шахтами и работы дошли уже до глубины 1300 метровъ. Содержаніе мѣди доходитъ до 3—4 $^0/_0$, но иногда попадаются громадныя глыбы чистой самородной мѣди, такъ въ 1857 году на нынѣ уже оставленномъ рудникѣ Minnesota была открыта глыба мѣди вѣсомъ въ 500 тоннъ. Руды мѣсторожденія Бутте и верхняго озера передъ плавкою подвергаются механической обработкѣ, которой выдѣляется значительная часть пустой породы. Обработка состоитъ изъ измельченія въ гигантскихъ толчеяхъ, песты которыхъ вѣсятъ до 1000 килогр. и приводятся въ дѣйствіе паровыми машинами въ 30 лошадиныхъ силъ каждая и въ послѣдующей отсадкѣ рудъ на рѣшетахъ. На наиболѣе значительномъ изъ рудниковъ верхняго озера рудникѣ Calumet или Hecla поставлено до 22 такихъ пестовъ и 750 отсадочныхъ рѣшетъ. О силѣ удара можно судить по одному тому, что изнашиваніе пестовъ составляетъ въ среднемъ около 25 килограммовъ для каждаго изъ нихъ въ сутки.



207. Уральскій малахитъ концентрически скорлуповатаго сложенія.

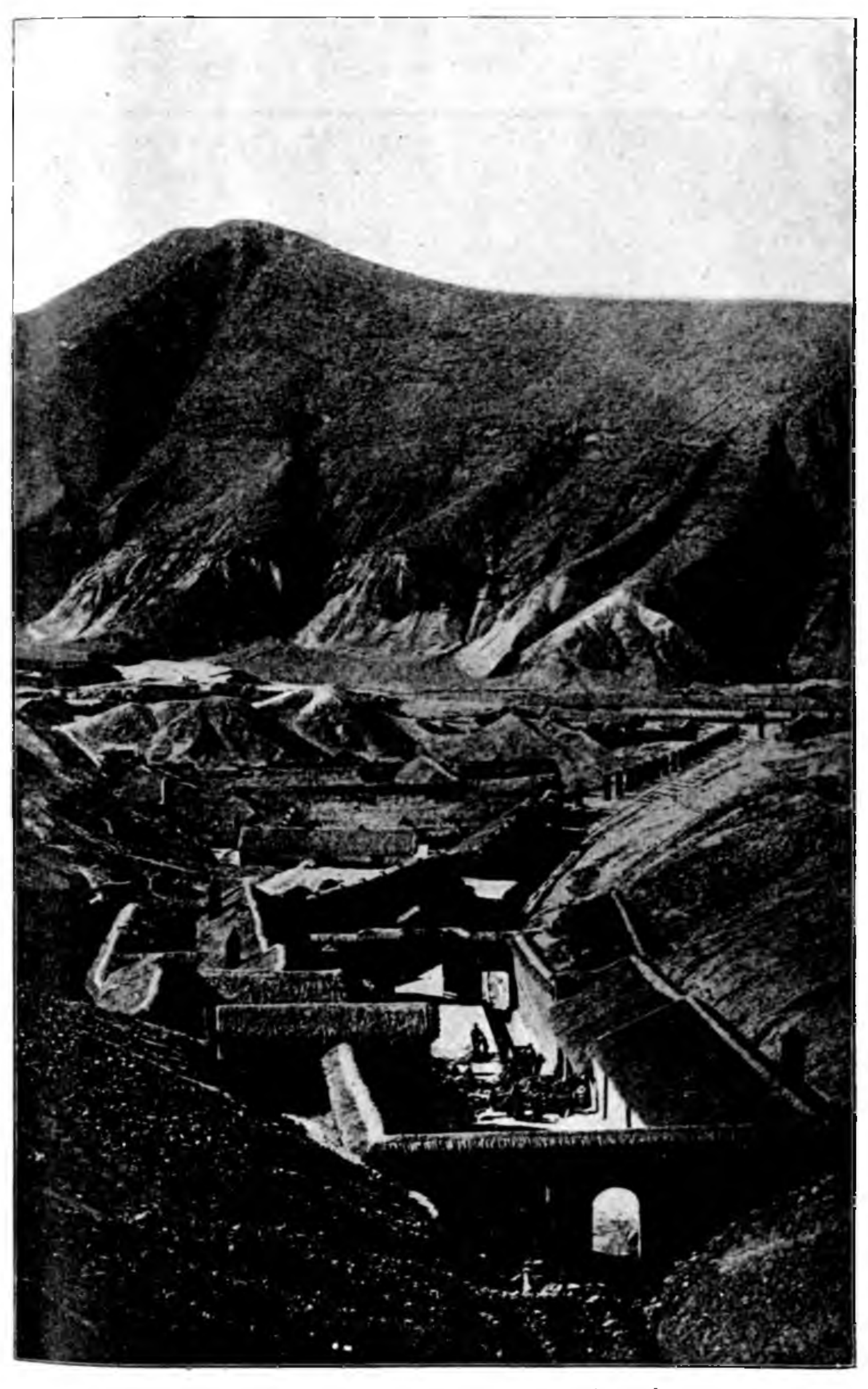
Добыча мѣди въ Южной Америкѣ за послѣднее время значительно сократилась, благодаря, отчасти, пониженію цѣнъ на мѣдь, отчасти же благодаря неблагопріятнымъ политическимъ обстоятельствамъ. Наибольшей добычею мѣди славилась всегда Чили, гдѣ мѣдныя руды, иногда содержащія золото, добываются изъ жильныхъ мѣсторожденій и проплавляются на мѣстныхъ заводахъ, причемъ получаемая здѣсь мѣдь пользуется хорошей репутаціей на рынкѣ. Важнѣйшими заводами являются заводы Тамайа и Тонгой къ сѣверу отъ Вальпарайзо и Лота въ южной части государства въ мѣстности, богатой каменнымъ углемъ, присутствіе котораго значительно облегчаетъ плавку. Значительное количество мѣдныхъ рудъ (до 3000 тоннъ ежегодно) добывается такъ же въ Боливіи изъ мѣсторожденія Корокоро (см. фиг. 208) близъ озера Титикаха въ Кордильерскихъ горахъ. Рудники расположены на высотѣ 4050 метровъ надъ уровнемъ Тихаго океана, въ здоровомъ, но суровомъ климатѣ среди мѣстности, лишенной всякой растительности, гдѣ выходы породъ особенно рельефно выступаютъ на поверхность.

Среди азіатскихъ странъ первое мѣсто по добычѣ мѣди занимаетъ Японія. Фиг. 209 и 210, представляющія собою копіи съ иллюстраціи къ полному описанію одного изъ важнѣйшихъ мѣдныхъ рудниковъ близъ Besschi, даютъ понятіе о нѣкоторыхъ, сохранившихся частью и до настоящаго времени, особенностяхъ японскаго горнаго промысла. Забойщикъ (фиг. 209) носитъ позади вмѣсто кожи матъ, сплетенный изъ соломы; добытый матеріалъ переносится въ мѣшкахъ на спинѣ рабочаго на поверхность; лампами служатъ большія раковины морскихъ животныхъ. На фиг. 210 представленъ крайне простой способъ ручной промывки рудъ на рѣшетахъ, сдѣланныхъ изъ волоконъ бамбука.

Изъ европейскихъ странъ наибольшее количество мѣди добывается въ Россіи, Испаніи и Германіи. Важнѣйшіе изъ русскихъ рудниковъ, добывающіе мѣдныя руды изъ жильныхъ и штокообразныхъ мѣсторожденій, находятся на Уралѣ и изъ нихъ Гумешевскій рудникъ пользуется міровой извѣстностью, какъ главный поставщикъ малахита, пригоднаго на подѣлки. Къ западу отъ Урала тянутся песчаники пермской системы, получившей свое названіе по имени Пермской губерніи, въ которой она пользуются большимъ распространеніемъ. Песчаники эти содержатъ мѣстами мѣдныя руды и отличаются правда незначительнымъ содержаніемъ мѣди (до 3%) и небольшою мощностью, но простираются зато на многія тысячи квадратныхъ верстъ и служатъ предметомъ добычи на многихъ рудникахъ, разрабатывающихъ эти мѣсторожденія.

Главнѣйшіе мѣдные рудники Испаніи расположены въ провинціи Гуэльва къ западу отъ низовьевъ Гвадалквивира. Мѣсторожденія представляютъ собою мощную свиту штокообразныхъ залежей, простирающуюся отъ города Севильи по направленію къ сѣверо-западу и заходящую далеко за границы Португаліи. Изъ рудниковъ пользуются и до сихъ поръ извѣстностью разрабатывавшіеся еще финикіянами, римлянами и карѳагенянами рудники Ріо Тинто и Ѳарзисъ. Оба эти рудника находятся въ настоящее время въ рукахъ англичанъ и даютъ до 2 милліоновъ тоннъ руды въ годъ; часть этой добычи проплавляется на мѣстныхъ заводахъ, а часть черезъ гавань Гуэльва отправляется на заводы Франціи, Германіи и Англіи. Обработка мѣдныхъ рудъ изъ этихъ мѣсторожденій является крайне интересною и даетъ наглядное свидѣтельство успѣховъ горнозаводской техники за послѣднее время, такъ какъ теперь изъ этихъ рудъ кромѣ сѣры и мѣди извлекаются и всѣ содержащіеся въ нихъ въ крайне ограниченномъ количествѣ прочіе металлы, какъ то: свинецъ, серебро, висмутъ и золото. Изъ остатковъ производства (purple ore) удалось даже извлечь значительную часть содержащагося въ нихъ желѣза.

Изъ германскихъ мѣдныхъ рудниковъ наиболѣе замѣчательными, какъ



208. Мѣдный рудникъ „Корокора“ въ Южной Америкѣ.



209. Добыча мѣди близъ Беши въ Японіи. Забойщикъ и откатчикъ.

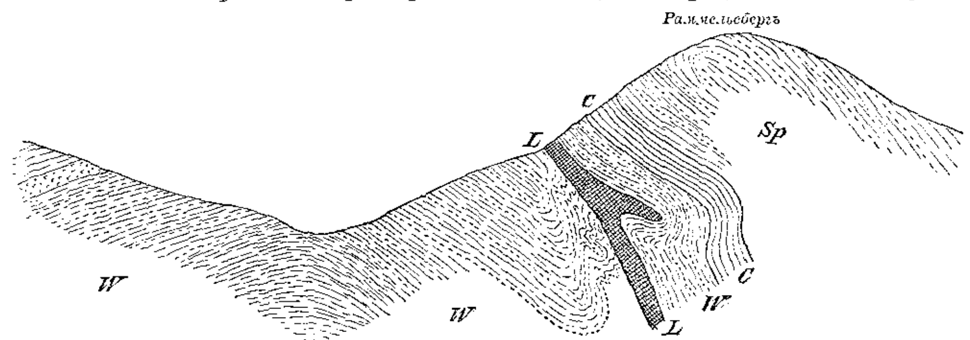


210. **Промывка мѣдной руды въ чашахъ на рудникѣ Беши въ Японіи.**

Рис. 209 и 210 заимствованы изъ стариннаго японскаго сочиненія.

это было указано выше, являются рудники Раммельсберга близъ Гослара на Гарцѣ и разработки мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ.

Въ Раммельсбергѣ (см. фиг. 211) разрабатывается рудная залежь, развѣданная на 1300 метровъ по простиранію и имѣющая въ среднемъ до 12 метровъ



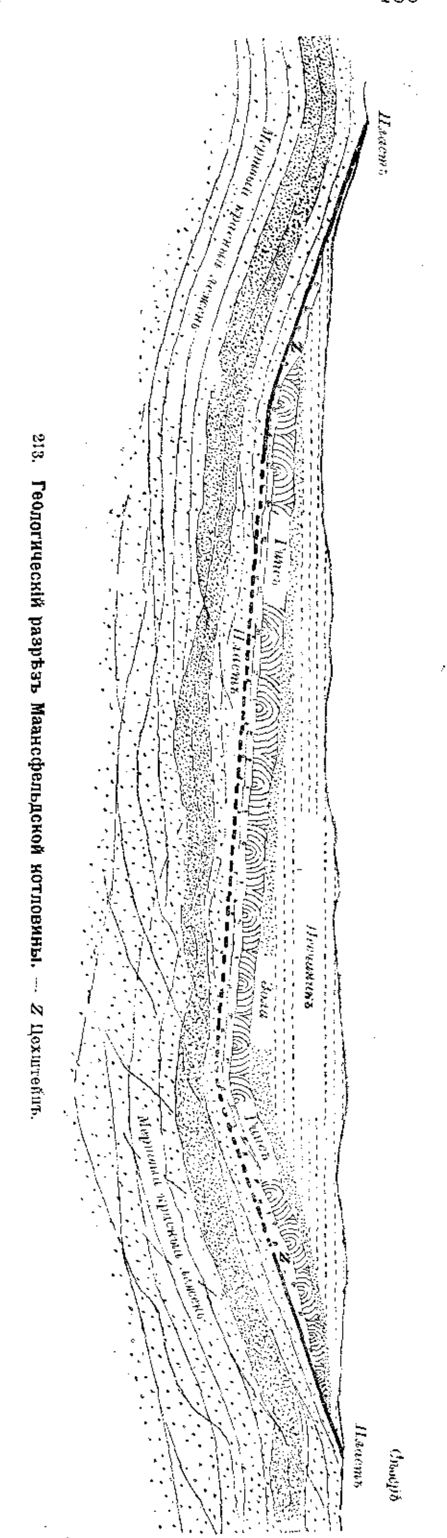
211. Разрѣзъ породъ мѣсторожденія близъ Раммельсберга.
L рудная залежь, *W* Виссенбаховскіе слои, *C* Кальцеоловые слои, *Sp* спириферовые слои.

212. Отпечатокъ рыбы (Platysomus gibbosus) изъ Маансфельдскихъ сланцевъ. Цехштейновыя отложенія Саксенъ Мейнингена.

мощности. Разработка ведется уже съ 10 столѣтія и рудники Раммельсберга являются одними изъ старѣйшихъ рудниковъ Германіи. Въ висячемъ боку залежи находятся по преимуществу свинцовыя руды, далѣе къ срединѣ слѣдуютъ сѣрный и мѣдный колчеданы и цинковая обманка и наконецъ въ лежачемъ боку преобладаетъ мѣдный колчеданъ. Мѣдныя руды проплавляются

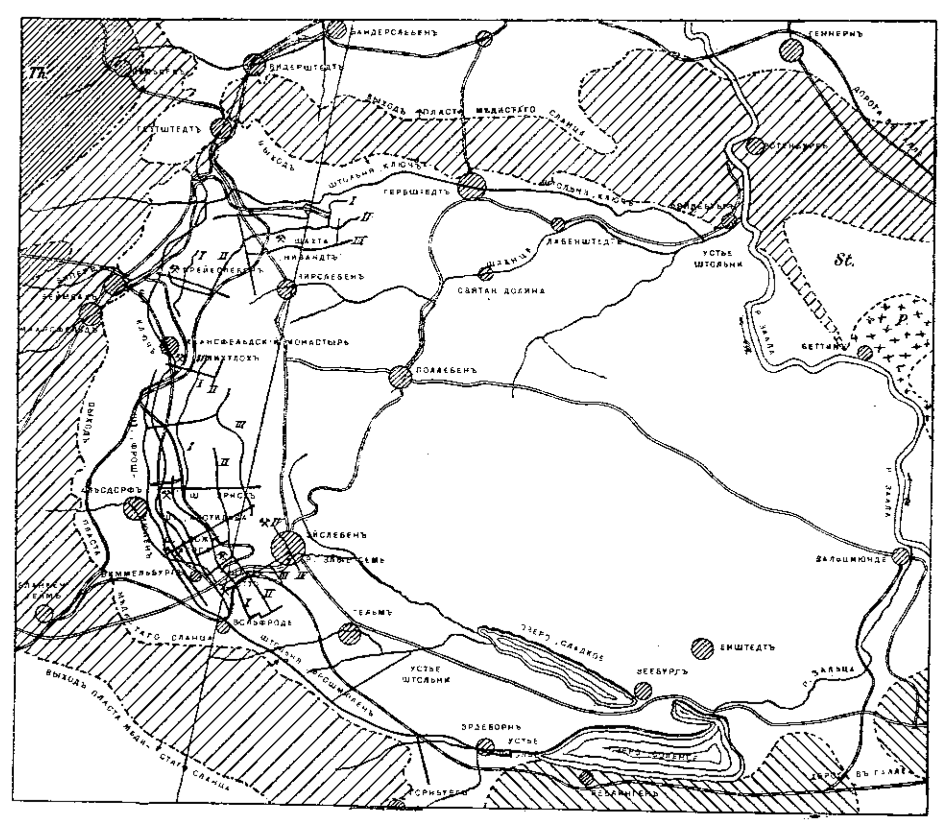
на заводѣ въ Окерѣ. На рудникѣ добывается ежегодно до 20,000 тоннъ руды, работы ведутся на глубинѣ 400 метровъ, причемъ продолженіе мѣсторожденія на большую глубину является весьма вѣроятнымъ. Разработка ведется потолкоуступная съ закладкою выработаннаго пространства пустою породою. Въ прежнее время въ качествѣ закладки оставались часто бѣдныя руды, почему рудничныя воды въ Раммельсбергѣ содержатъ много мѣднаго и желѣзнаго купороса. Содержащаяся въ нихъ мѣдь добывается осажденіемъ желѣзной ломью, на которой она садится въ видѣ цементной мѣди. Купоросы, содержащіеся въ водѣ, часто кристаллизуются изъ нея, образуя сталактиты голубого или зеленаго цвѣта, производящіе пріятное впечатлѣніе на путешественниковъ, посѣщающихъ рудники.

Наиболѣе замѣчательнымъ мѣсторожденіемъ мѣдныхъ рудъ въ Германіи является мѣсторожденіе мѣдистыхъ сланцевъ въ Маансфельдѣ. Мѣсторожденіе это представляетъ собою пластъ мергелистаго горючаго сланца, чернаго цвѣта, содержащій мѣдный колчеданъ, пеструю мѣдную руду и нѣкоторыя никкелевыя руды. Отъ этихъ рудъ сланцы являются слегка блестящими и окрашенными желтымъ и синимъ цвѣтомъ. Въ сланцѣ встрѣчаются часто отпечатки рыбъ, одинъ изъ которыхъ, срисованный съ образца, принадлежащаго Фрейбергской академіи представленъ на фиг. 212. Пластъ мѣдистаго сланца имѣетъ большое распространеніе въ Германіи. Между южнымъ склономъ Гарца и Тюрингенскимъ Лѣсомъ залегаютъ въ согласномъ напластованіи отложенія мертваго краснаго лежня и цехштейна пермской и пестро-цвѣтныхъ песчаниковъ — тріасовой системъ; мѣдистый песчаникъ тянется на всемъ этомъ пространствѣ, залегая на границѣ между нижнимъ слоемъ цехштейна и верхнимъ, блѣднымъ слоемъ краснаго лежня (фиг. 213). На всемъ протяженіи песчаникъ отличается замѣчательною правильностью своего залеганія и лишь изрѣдка въ немъ замѣчаются небольшіе сбросы, трещины которыхъ являются нерѣдко рудоносными, и которые вліяютъ на рудоносность самого пласта, увеличивая, какъ это имѣетъ мѣсто въ Геттштедтѣ, или уменьшая, какъ въ Эйслебенѣ, содержаніе руды въ немъ. Прежде другихъ начали здѣсь разрабатываться имѣющія и до сихъ



213. Геологическій разрѣзъ Маансфельдской котловины. — Z Цехштейнъ.

поръ большое значеніе мѣсторожденія Маансфельдской бухты къ востоку отъ Гарца между Геттштедтомъ и Эйслебеномъ. Добыча мѣдныхъ рудъ началась здѣсь еще въ 12 столѣтіи и велась съ перемѣннымъ успѣхомъ вплоть до 30-лѣтней войны, во время которой она прекратилась. Но уже во второй половинѣ 17-го столѣтія образовались новыя компаніи для разработки мѣдныхъ рудъ. Первоначально разработка велась на отдѣльныхъ рудникахъ, имѣвшихъ лишь общій заводъ для извлеченія серебра изъ черной мѣди и заготовлявшихъ за общій счетъ древесный уголь, необходимый для дѣйствія плавильныхъ печей. Впослѣдствіи при углубленіи разработокъ встрѣ-



214. **Геологическая карта маансфельдскихъ мѣсторожденій.**
Изъ изданія общества „маансфельдскихъ рудниковъ".

тились большія затрудненія въ отливѣ воды. Преодолѣть эти затрудненія было не подъ силу отдѣльнымъ рудникамъ и въ 1852 году всѣ компаніи слились въ одно общество, получившее названіе общества для разработки маансфельдскихъ мѣсторожденій. Не смотря на многочисленныя затрудненія, встрѣченныя при разработкѣ на большой глубинѣ, общество это продолжаетъ работы и до сихъ поръ.

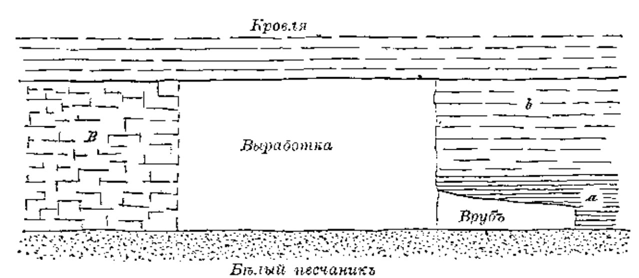
Округъ, въ которомъ теперь сосредоточены работы, простирается на 20 верстъ въ длину. Разрабатываемый пластъ отличается крайне равномѣрнымъ содержаніемъ металловъ (до 3% мѣди, содержащей до 5 клгр. серебра въ 1 тоннѣ) и большою чистотой выплавляемой мѣди, которая поэтому особенно цѣнится на рынкѣ. Мощность разрабатываемаго пласта крайне незначительна и составляетъ всего 7—10 сантиметровъ въ сѣверной и около 8—17 сантиметровъ въ южной части округа. Лишь мѣстами пласты, составляющіе

кровлю, настолько обогащаются рудою, что могутъ быть съ выгодой проплавляемы для полученія мѣди. Чтобы наглядно представить крайне ограниченное содержаніе мѣди въ мѣсторожденіи, замѣтимъ, что вся содержащаяся въ немъ мѣдь можетъ быть представлена въ видѣ тонкаго мѣднаго листа, толщиною не больше 1 миллиметра, а всего серебра едва хватило бы, чтобы

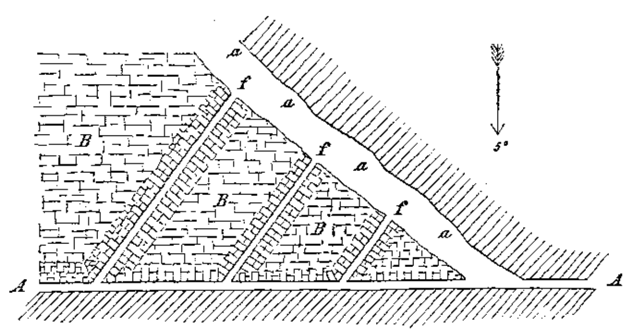


215. **Кривошейная работа на маансфельдскихъ рудникахъ.**

покрыть верхнюю поверхность листа чрезвычайно тонкимъ слоемъ этого металла. Отъ этого листа работами общества отрѣзывается ежегодно площадь около $1\frac{1}{2}$ кв. километровъ, причемъ задалживается до 13 000 рабочихъ и изъ него получается до 15 000 тоннъ мѣди и около 75 000 клгр. серебра. Въ годъ проходится среднимъ числомъ до 38 километровъ штрековъ и другихъ выработокъ, и сообразно съ этой громадной производительностью надшахтныя устройства отличаются своею грандіозностью (см. фиг. 218 стр. 192).



216. Разрѣзъ.

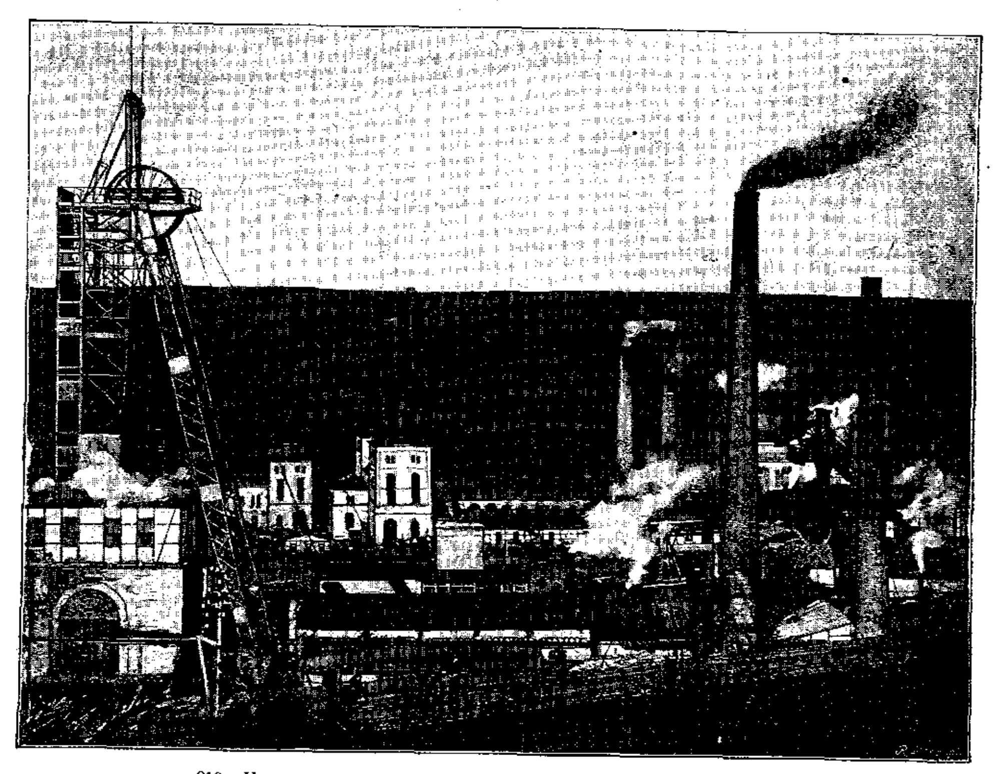


217. Планъ.

Сплошная діагональная выемка.

Пологое (до 10—12⁰) паденіе пласта при указанной выше небольшой его мощности обусловило добычу его помощью такъ называемой сплошной выемки. Хотя самый способъ выемки и представляетъ нѣкоторыя различія въ зависимости отъ давленія кровли пласта, мы однако ограничимся описаніемъ только наиболѣе распространеннаго видоизмѣненінія работы, примѣняемаго при среднемъ давленіи кровли. Вслѣдствіе небольшой мощности пласта приходится подрабатывать часть кровли, дабы придать выработкамъ надлежащую высоту, до 0,5 метра, при которой рабочій еще можетъ работать. Работаютъ лежа на лѣвой сторонѣ туловища (фиг. 215), причемъ въ выработкахъ съ мокрою поч-

вой подкладываются двѣ доски. Одна изъ этихъ досокъ подкладывается подъ ногу и привязывается къ колѣну, а другая подъ руку и держится рабочимъ за рукоятку. Рабочіе, привыкшіе съ дѣтства къ своей тяжелой и неудобной работѣ, на тѣхъ же доскахъ доползаютъ до забоя, упираясь ногою въ кровлю выработки. Добычу ведутъ кайловой работой, причемъ первоначально дѣлается врубъ у почвы (фиг. 216), послѣ чего снимаютъ клиньями оставшуюся толщу сланца *a*, изъ которой тщательно выбираютъ руду и доставляютъ ее къ шахтѣ и наконецъ шпурами снимаютъ часть кровли, дабы придать выработкѣ надлежащую высоту. Въ среднемъ съ забоя въ 3 метра длиною каждый забойщикъ добываетъ въ 8 часовую смѣну до 300 клгр.



218. **Надшахтное устройство шахты „Отто" близъ Эйслебена.**

сланца, поступающаго въ плавку. Пространство сзади забоя закладывается породой съ кровли, причемъ въ закладкѣ остаются откаточные штреки. Вся работа подвигается такимъ образомъ горизонтальными полосами по направленію отъ рудоподъемной шахты вглубь выемочнаго поля см. фиг. 217. Плоскость забоя направлена діагонально къ линіи паденія мѣсторожденія, отчего и самая выемка получила названіе сплошной выемки по діагональному направленію. Откаточные штреки также имѣютъ діагональное направленіе и стѣны ихъ кладутся на сухо изъ болѣе крупныхъ и правильныхъ кусковъ породы. По этимъ штрекамъ руда и, отчасти, пустая порода доставляются въ волокушахъ къ главному откаточному штреку, причемъ рабочій ползетъ по почвѣ штрека и тащитъ за собою волокушу, привязанную веревкою къ его ногѣ. Главному откаточному штреку A придается подработкою кровли или почвы такая высота, что по немъ свободно производится откатка лошадьми въ поѣздахъ, составленныхъ изъ 15 и болѣе вагончиковъ. Такимъ образомъ добытый ма-

теріалъ въ концѣ штрековъ В перегружается изъ волокушъ въ вагоны. Весь остальной путь до поверхности производится безъ перегрузки, причемъ по шахтѣ вагоны поднимаются обыкновенно въ клѣтяхъ. На поверхности руда разбирается въ ручную и доставляется на заводъ для плавки. Доставка руды и заводскихъ продуктовъ производится по узкоколейнымъ рельсовымъ путямъ, соединяющимъ заводы и шахты между собою и съ общею желѣзнодорожною сѣтью. Кромѣ этихъ дорогъ для доставки матеріаловъ на поверхности проложено еще нѣсколько проволочныхъ путей.

Особенно интересными на здѣшнихъ рудникахъ являются устройства для подъема воды, замѣчательныя по грандіознымъ размѣрамъ машинъ, примѣненіе которыхъ обусловило возможность разработки мѣсторожденія на большой глубинѣ. Разработки, начиная съ древнѣйшихъ временъ и до 1862 г., велись исключительно выше горизонта штолень и рудничныя воды стекали по нимъ въ долину.

Къ этому времени было выработано все поле выше горизонта самой глубокой штольни и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ работали уже нижележащіе горизонты, достигая ихъ штреками по паденію, проведенными изъ этой штольни.

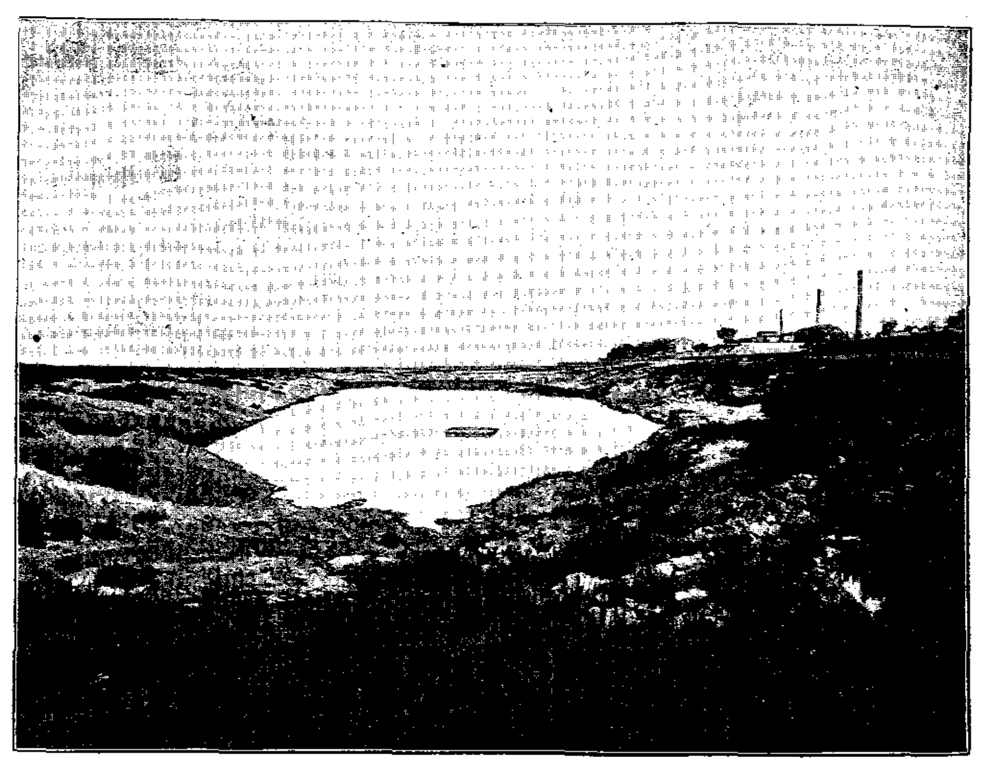
Упомянутая штольня носитъ названіе Froschmühlenstollen и идетъ на протяженіи 13 клм., начинаясь у озера „Сладкаго" (Süsse See) на высотѣ 97 метровъ надъ уровнемъ моря, достигая пласта на южномъ берегу бухты и продолжаясь далѣе по простиранію пласта сначала по направленію на сѣверо-западъ, а затѣмъ на сѣверъ до маансфельдскаго монастыря. Наиболѣе глубокая изъ вообще возможныхъ штолень для округа — штольня ключъ (Schlüsselstollen) начинается близъ мѣстечка Фридебургъ на Заалѣ на высотѣ 71,6 метр. надъ уровнемъ моря, направляется отсюда на западъ до окрестностей Геттштедта, заворачиваетъ далѣе на югъ и доходитъ до шахты Отто въ Эйслебенѣ, имѣя въ общемъ около 31 килом. длины. Въ окрестностяхъ Эйслебена штольня эта проходитъ на 32 метра ниже Froschmühlenstollen, открывая такимъ образомъ подъ горизонтомъ этой послѣдней для разработки поле въ 325 метровъ наклонной высоты.

Штольня Ключъ имѣетъ еще и до настоящаго времени большое значеніе для разработки мѣсторожденія, такъ какъ по ней спускаются въ Заалу всѣ рудничныя воды, причемъ воды изъ нижележащихъ горизонтовъ поднимаются только до горизонта штольни.

Чтобы полнѣе уяснить дальнѣйшее развитіе работъ въ Маансфельдскомъ округѣ и оттѣнить тѣ трудности, которыя были встрѣчены при углубленіи работъ, мы должны остановиться на нѣкоторыхъ особенностяхъ геологическаго строенія данной мѣстности (см. фиг. 217). Въ числѣ породъ, покрывающихъ разрабатываемый пластъ, имѣется гипсъ и каменная соль, легко растворимыя въ водѣ. Въ продолженіи столѣтій, протекшихъ съ начала разработки пласта, породы эти частью растворились и надъ пластомъ образовался рядъ пещеръ, называемыхъ тамъ шлоттенами. Пещеры эти уже давно извѣстны и были детально описаны еще въ началѣ 19 столѣтія. Извѣстно также, что кровля этихъ пещеръ часто обрушается, образуя обвалы на поверхности. Еще во время разработки верхнихъ горизонтовъ часто приходилось наталкиваться на эти пещеры. Въ то время онѣ являлись пустыми и ими часто пользовались для спуска пустой породы, получаемой при разработкѣ, какъ это, напримѣръ, дѣлалось въ окрестностяхъ Виммельбурга. Воды въ этихъ пещерахъ не было, такъ какъ онѣ были расположены выше горизонта озеръ и именно тѣмъ обстоятельствомъ, что въ озера попадала вода изъ пещеръ, объясняется соленый вкусъ воды въ озерахъ.

Когда въ шестидесятыхъ годахъ было рѣшено вести работы на большей глубинѣ, то, очевидно, мѣсто для заложенія шахтъ пришлось выбрать далѣе къ востоку (въ висячемъ боку пласта) и достигать мѣсторожденія квершлагами.

Нѣкоторыя изъ этихъ новыхъ шахтъ (шахты Отто близъ Виммельбурга, шахты Эрнста близъ Гельбра, шахты Фрейслебенъ, шахты близъ Грӧсснера, шахты Эдуардъ близъ Бургорнера въ округѣ Гетштедтеръ) удалось безъ помѣхи довести до пласта; нѣкоторыя же, каковы наримѣръ шахты Нивандтъ въ сѣверномъ и шахты Божье Благословеніе въ южномъ округѣ пришлось остановить, такъ какъ ими наткнулись на пещеры, наполненныя водою, и при углубленіи не могли справиться съ притокомъ воды, несмотря на то, что для откачки были поставлены насосы, подающіе около 11,4 куб. метр. въ минуту. Дабы тѣмъ не менѣе имѣть возможность продолжать разработку на большей глубинѣ

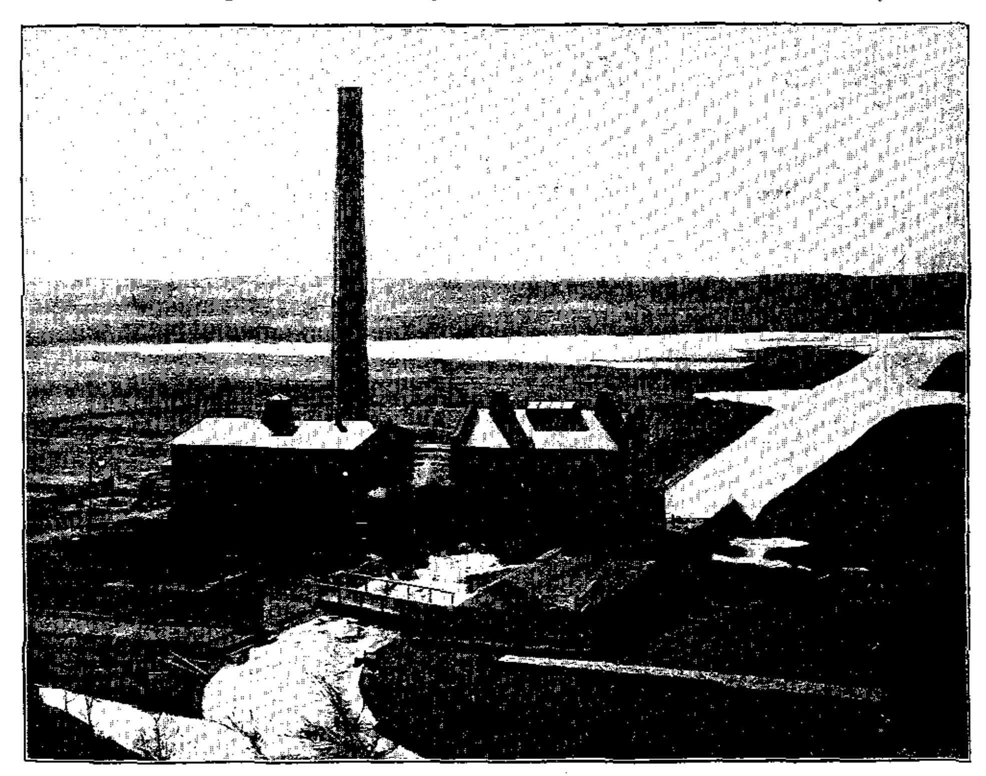


219. Прудъ, оставшійся послѣ осушенія Оберрӧблингерскаго озера.

было рѣшено углубить тѣ шахты, которыя удалось довести до пласта въ лежачій бокъ и достигнуть пласта квершлагами со стороны его лежачаго бока. Работа эта удалась, хотя квершлаги и получались при этомъ слишкомъ длинными, такъ у шахты Отто № 3 квершлагъ для IV этажа получился въ 1820 метровъ длины.

Описаннымъ способомъ были закончены шахты и достигнутъ пластъ, но этимъ еще не закончилась борьба съ притокомъ воды въ рудникъ, такъ какъ выше горизонта работъ все-таки имѣлись пещеры, наполненныя водою. Когда приступили къ разработкѣ пласта, то несмотря на небольшое, сравнительно, осѣданіе кровли, породы, ее составляющія, дали трещины, по которымъ находящаяся въ пещерахъ вода могла проникать въ рудникъ. Впервые вода прорвалась въ рудникъ въ большомъ количествѣ въ 1884 году, но ее удалось, хотя и по истеченіи весьма большого промежутка времени, откачать имѣвшимися въ шахтѣ насосами. Вскорѣ, однако, въ 1889 году въ рудникъ ворвалось сразу такое огромное количество воды, что всѣ работы

на 120 метровъ выше горизонта IV этажа были затоплены ею. Несмотря на то, что для отлива воды были поставлены спеціальные насосы, поднимавшіе до 70 куб. метр. въ минуту до горизонта водоотливной штольни, уровень воды понижался лишь крайне медленно и владѣльцы рудниковъ были въ отчаяніи, такъ какъ водою были затоплены всѣ вновь открытыя работы на нижнихъ горизонтахъ важнаго для нихъ южнаго округа и доступными для добычи остались лишь немногіе цѣлики перваго этажа. Отливъ воды продолжали хотя и съ малымъ успѣхомъ до весны 1892 года, когда было замѣчено пониженіе уровня Оберрёблингерскаго озера. Это обстоятельство заставило предположить о существованіи подземной связи между дномъ



220. **Насосы для осушенія Оберрёблингерскаго озера.**

озера и пещерами, изъ которыхъ вода проникала въ рудникъ. Предположеніе вполнѣ подтвердилось и при послѣдовавшемъ тщательномъ изслѣдованіи дна помощью лота, оказалось, что на днѣ озера имѣются большіе провалы, одинъ изъ которыхъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ представляется послѣ осушенія дна, изображенъ на фиг. 219. Тогда былъ выработанъ грандіозный планъ осушенія Оберрёблингерскаго озера. Съ этою цѣлью на восточномъ краѣ его были поставлены громадные центробѣжные насосы, способные поднять въ минуту 120 куб. метр. воды на высоту 12 метровъ. Вода изъ насосной станціи (фиг. 220) поступала по особому каналу въ рѣчку Зальца, составлявшую естественный истокъ озера.

Кромѣ того озеро было окружено каналами по восточному, южному и западному его берегамъ. Каналы эти принимали воду, стекавшую со склоновъ озера и снабжали ею мѣстечки, расположенныя по берегамъ. Мѣсто, откуда бралась насосами вода, было соединено каналомъ, проведеннымъ на

днѣ, съ наиболѣе глубокимъ мѣстомъ озера. Всѣмъ этимъ работамъ предшествовало соглашеніе съ владѣльцами земель, окружающихъ озеро, что также представляло большія затрудненія.

Не смотря на всѣ затрудненія, задуманный планъ удался вполнѣ. По мѣрѣ дѣйствія насосовъ горизонтъ воды въ озерѣ понижался все болѣе и болѣе и наконецъ существовавшая ранѣе на днѣ озера воронка отдѣлилась полосою суши отъ остатковъ озера. Воронка эта представляла собою первоначально наполненную водою небольшую котловину, (въ 400 метр. длиною и около 100 метр. шириною) съ весьма крутыми склонами. Форма озера впослѣдствіи значительно измѣнилась отъ обваловъ и другихъ причинъ. Вскорѣ послѣ отдѣленія воронки горизонтъ воды въ ней понизился на нѣсколько метровъ противъ уровня воды въ другихъ остаткахъ озера, и вслѣдъ затѣмъ значительно уменьшился притокъ воды въ выработки, и ее удалось отлить, поставивъ новые болѣе сильные насосы. Съ осушеніемъ озера большая часть площади его дна превратилась въ поле. Такимъ образомъ на томъ мѣстѣ, гдѣ нѣкогда только рыбацкій челнъ бороздилъ поверхность воды, теперь мы имѣемъ плодородныя поля, покрытыя обычными сортами хлѣба и только небольшія озерки, оставшіяся среди полей, напоминаютъ о минувшемъ времени.

Но этимъ еще не окончились злоключенія рудниковъ. Въ сентябрѣ 1892 года, слѣдовательно спустя три года послѣ затопленія рудниковъ, въ Эйслебенѣ были слышны сильные подземные удары. Въ 1893 году было замѣчено все увеличивающееся опусканіе зданій подъ вліяніемъ землетрясеній, повторявшихся чаще и чаще. Вслѣдствіе такого опусканія зданія получали трещины, сначала незамѣтныя, затѣмъ все болѣе и болѣе увеличивающіяся, отчего нѣкоторыя изъ зданій окончательно разрушились. Особенно пострадали при этомъ улицы: Zeissingstrasse на лѣвомъ, Klippe и Rammthorstrasse на правомъ берегу ручья „Злые семь“, протекающаго по городу, причемъ первая изъ названныхъ улицъ опустилась примѣрно на два метра.

Такъ какъ область опусканія приходилась примѣрно надъ тою частью разработокъ, гдѣ произошелъ прорывъ воды въ 1889 году, такъ какъ далѣе разработками были встрѣчены два штока каменной соли, а по всей окрестности часто наблюдаются обвалы почвы вслѣдствіе обрушенія подземныхъ пещеръ, то отвѣтственность за убытки отъ обваловъ была возложена на владѣльцевъ рудниковъ и расходы на возмѣщеніе ихъ достигли весьма значительной цифры, тѣмъ болѣе что владѣльцы рудниковъ всегда отличались большою аккуратностью въ возмѣщеніи такихъ убытковъ.

При обсужденіи причинъ землетрясеній было рѣшено, что часть громадной массы воды, которая была поднята изъ рудниковъ начиная съ 1890 года, попала на штоки соли и частію растворила ихъ. Такъ какъ далѣе вода по ключевой штольнѣ содержитъ только 12% соли и слѣдовательно далеко не представляетъ собою концентрированнаго раствора, то является весьма вѣроятнымъ предположеніе, что, протекая подъ городомъ, вода эта растворяетъ соль, образуя новыя пещеры и расширяя старыя, слѣдствіемъ чего и являются обвалы кровли пещеръ и опусканіе части поверхности надъ ними. Нельзя не признать нѣкоторой доли истины за всѣми приведенными соображеніями, но въ тоже время нельзя не замѣтить, что было бы затруднительнымъ доказать съ очевидностью ихъ полную справедливость.

Несомнѣнно, что горное дѣло, составлявшее до сихъ поръ главный источникъ жизни, для жителей Эйслебена въ концѣ концовъ вознаградитъ послѣднихъ за всѣ понесенные ими убытки, тѣмъ болѣе что счастливо закончившіяся работы по осушенію рудника, а равно открытіе залежей каліевыхъ солей близъ насосной станціи даютъ надежду на скорое окончаніе критическаго для рудниковъ времени. Можно надѣяться, что въ близкомъ будущемъ разработка рудниковъ будетъ снова давать обычный до-

ходъ и служить, какъ и раньше, источникомъ благосостоянія для окружающаго населенія.

Добыча серебра въ Россіи за послѣднее время значительно сократилась и многіе заводы, занимавшіеся выплавкою серебра находятся въ упадкѣ, или прекратили свое дѣйствіе, благодаря значительному паденію цѣнъ на серебро, сдѣлавшему невыгодною плавку убогихъ серебряныхъ рудъ. Важнѣйшія русскія мѣсторожденія серебра находятся на Алтаѣ, (рудники, Зыряновскій, Заводинскій, Салаирскій, Черепановскій и др.), въ Нерчинскомъ краѣ, въ Киргизской степи и на Кавказѣ (Саданскій, Кубанохудскій и др.).

По даннымъ отчета о состояніи горнозаводской промышленности Россіи въ 1896 году, всего въ означенномъ году было добыто породы: 2 055 752 пуда, причемъ на рудникахъ задалживалось около 1900 челов. рабочихъ и имѣлось двигателей: паровыхъ 9 и гидравлическихъ 22 развивавшихъ въ общемъ около 600 лошад. силъ. Въ добытой породѣ кромѣ серебряныхъ и серебросвинцовыхъ рудъ содержались еще мѣдныя цинковыя и другія руды. Послѣ сортировки, которая на большинствѣ рудниковъ производится въ ручную, было отправлено въ плавку на мѣстные заводы 928 031 пуд. руды и изъ нихъ получено 476 пуд. 38 ф. 64 золот. бликоваго серебра и 15 969 пуд. свинца. Въ бликовомъ серебрѣ заключалось 437 пуд. 29 ф. 34 золот. химически чистаго серебра и 1 пуд. 33 ф. 45 золот. золота. Къ этому количеству серебра необходимо еще прибавить 197 пуд. 8 ф. 3 золот. лигатурнаго серебра полученнаго золотосплавочными лабораторіями въ Екатеринбургѣ, Томскѣ, Барнаулѣ и Иркутскѣ. Принявъ въ разсчетъ это количество серебра получимъ общую производительность этого металла въ 1896 равною 634 пуд. 37 ф. $37^1/_3$ золот.

По отдѣльнымъ районамъ добыча серебряныхъ рудъ и количество полученнаго изъ нихъ бликоваго серебра распредѣлялись слѣдующимъ образомъ:

Названіе округовъ	Добыча руды Пуд.	Поступило въ плавку Пуд.	Получено бликов. серебра Пуд.
Алтайскій } Нерчинскій } . . .	1 364 605	825 188	335
Кавказъ	492 444	19 203	$25^1/_2$
Киргизская степь . .	125 433	83 640	$93^1/_2$
Финляндія	—	—	$22^3/_4$

Даже въ послѣднее десятилѣтіе можно замѣтить постоянное паденіе добычи серебра, что наглядно иллюстрируется слѣдующей таблицей:

Года	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Выплавка бликов. серебра въ пудахъ	939	924	846	889	$837^1/_4$	$682^3/_4$	$579^3/_4$	$477^3/_4$	$481^1/_2$	$476^3/_4$

По выплавкѣ мѣди Россія занимаетъ 7-е мѣсто среди остальныхъ государствъ.

Важнѣйшія наши мѣсторожденія мѣдныхъ рудъ находятся на Уралѣ, на Кавказѣ, въ Киргизской степи и въ Финляндіи.

О мѣсторожденіяхъ этихъ было сказано выше, здѣсь же мы ограничимся только тѣмъ, что приведемъ нѣкоторыя статистическія данныя относительно добычи мѣдныхъ рудъ и выплавки изъ нихъ металлической мѣди. Всего въ 1896 году у насъ дѣйствовало 96 мѣдныхъ рудниковъ, на которыхъ добыто 10 029 500 пуд. руды, причемъ задалживалось 3266 челов. рабочихъ. Для плавки рудъ въ означенномъ году имѣлось 24 мѣдеплавильныхъ завода, на

которыхъ было проплавлено 9 337 671 пуд. руды и получено 356 019 пуд. штыковой мѣди. Кромѣ того въ томъ же году было получено около 1700 пуд. цементной и 1786 пуд. черной мѣди, не считая 2000 пуд. мѣдныхъ обломковъ, анодовъ и катодовъ съ элекролитическихъ заводовъ.

По отдѣльнымъ районамъ добыча мѣдныхъ рудъ и выплавка штыковой мѣди распредѣлялась слѣдующимъ образомъ:

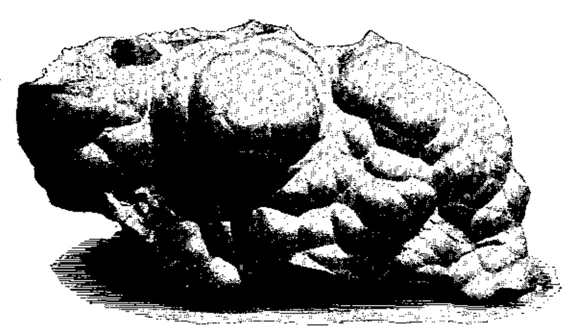
Названіе округовъ	Добыча руды Пуд.	Поступило въ плавку Пуд.	Получено мѣди Пуд.
Уралъ	4579814	5559969	167574
Кавказъ	4008626	3152718	149698
Сибирь. Киргизская степь.	35059	100944	15107
Финляндія	1404900	524040	23640
Всего	10029500	9337671	356019

Желѣзо и сталь.

Желѣзныя руды представляются наиболѣе важнымъ продуктомъ ископаемаго царства для культурнаго развитія современнаго человѣчества, такъ какъ количество получаемыхъ изъ нихъ желѣза и стали въ 30 разъ превосходитъ общее количество всѣхъ остальныхъ металловъ, получаемыхъ изъ соотвѣтствующихъ рудъ.

Наиболѣе богатой желѣзной рудою является магнитный желѣзнякъ, представляющій по составу соединеніе закиси и окиси желѣза и содержащій до 75% названнаго металла. Нѣкоторые куски магнитнаго желѣзняка обладаютъ полярнымъ магнитизмомъ, являясь въ этомъ отношеніи естественными магнитами, на которыхъ было впервые изучено самое явленіе магнитизма. Магнитный желѣзнякъ встрѣчается иногда отдѣльными кристаллами въ видѣ октаэдровъ, или ромбическихъ додекаэдровъ правильной системы, но гораздо чаще онъ встрѣчается въ видѣ сплошныхъ массъ, достигающихъ, иногда, громадныхъ размѣровъ. Къ числу такихъ отличающихся большими размѣрами мѣсторожденій магнитнаго желѣзняка относятся мѣсторожденія Кируннафаара и Геллифаара — въ сѣверной, мѣсторожденія горы Гренгесбергъ въ средней Швеціи, а равно и пользующіяся большою извѣстностью мѣсторожденія горъ Высокой, Благодати, Магнитной и Качканаръ — на Уралѣ. Другія европейскія мѣсторожденія магнитнаго желѣзняка, каковы напримѣръ мѣсторожденія близъ Брейтенбрунна и Берггисгюбеля въ Саксоніи, не имѣютъ въ настоящее время почти никакого значенія для техники. Хорошею желѣзною рудою является спекуляритъ или желѣзный блескъ, получившій это названіе вслѣдствіе *характернаго для него* металлическаго блеска. Минералъ встрѣчается часто въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ гексагональной системы, отличающихся значительной твердостью и красною чертою. Хорошими кристаллами славятся мѣсторожденія острова Эльбы. Гораздо чаще, однако, желѣзный блескъ встрѣчается въ видѣ сплошныхъ массъ, достигающихъ, нерѣдко, весьма значительныхъ размѣровъ. Изъ европейскихъ государствъ наибольшее количество желѣзнаго блеска добывается въ Норвегіи, Швеціи и Россіи. Гематитъ или красный желѣзнякъ по составу сходенъ съ желѣзнымъ блескомъ, представляя собою окись желѣза съ небольшимъ содержаніемъ воды и, иногда, съ примѣсью глины, кремнезема и другихъ веществъ. Порошокъ чистаго гематита обладаетъ яркимъ краснымъ цвѣтомъ, почему минералъ этотъ примѣняется, какъ краска; отъ постороннихъ примѣсей цвѣтъ порошка переходитъ въ буровато-красный. Красный желѣзнякъ встрѣчается часто въ видѣ округлыхъ массъ,

имѣющихъ жилковатое строеніе и называемыхъ красною стеклянною головою (см. фиг. 221). Плотныя разновидности гематита примѣняются часто какъ матерьялъ для выдѣлки различныхъ украшеній. Аналогичный составъ, но съ большимъ содержаніемъ воды и различныхъ примѣсей имѣетъ лимонитъ или бурый желѣзнякъ, окрашенный въ разные оттѣнки бураго и желтаго цвѣта. Бурый желѣзнякъ содержитъ въ среднемъ до 60% желѣза и по своей распространенности является одною изъ важнѣйшихъ желѣзныхъ рудъ. Въ зависимости отъ формы и строенія различаютъ нѣсколько разновидностей этой руды такъ: шарообразныя отдѣльности бураго желѣзняка, имѣющія лучисто жилковатую структуру, называются бурою стеклянною головою. Землистыя разности бураго желѣзняка, встрѣчающіяся въ болотистой почвѣ, называются дерновыми, болотными или луговыми рудами. Бурый желѣзнякъ имѣетъ часто скорлуповатое оолитовое сложеніе съ различной величиной отдѣльностей; такія разновидности встрѣчаются часто на днѣ озеръ и называются озерною рудою. Подобныя же разновидности, называемыя гороховыми или болотными рудами, пользуются большимъ распространеніемъ среди отложеній юрской системы, залегая среди нихъ вмѣстѣ съ красной желѣзосодержащей глиной и образуя штокообразныя или пластообразныя залежи, имѣющія, нерѣдко, значительные размѣры. Нѣкоторыя изъ такихъ залежей, каковы напримѣръ мѣсторожденія близъ мѣстечка Delémont въ кантонѣ Бернъ имѣютъ и до настоящаго времени большое практическое значеніе. Мощныя отложенія оолитоваго бураго желѣзняка, связаннаго кремнистымъ, известковымъ, или глинистымъ цементомъ, тянутся по лѣвую сторону Рейна отъ Люксенбурга до Нанси и называется здѣсь минетами. Благодаря богатству этой мѣстности пластами каменнаго угля, мѣсторожденія эти дали начало широко развитой желѣзодѣлательной промышленности. Залежи оолитоваго желѣзняка встрѣчаются также въ Верхней Силезіи. Бурый желѣзнякъ имѣется и въ Ганноверѣ, гдѣ наиболѣе значительными являются разработки этой руды на рудникахъ завода Ильзедеръ, близъ Пейна.



221. Красная стеклянная голова.

Прекрасною желѣзною рудою служитъ также углекислое желѣзо или желѣзный шпатъ (шпатоватый желѣзнякъ или сферосидеритъ). Въ свѣжемъ изломѣ желѣзный шпатъ окрашенъ яркимъ гороховожелтымъ цвѣтомъ, который быстро темнѣетъ и дѣлается бурովато-чернымъ, при вывѣтриваньи. Отдѣльные кристаллы желѣзнаго шпата обладаютъ совершенною спайностью по плоскостямъ ромбоэдра, откуда этотъ минералъ и получилъ свое названіе. Гораздо чаще шпатоватый желѣзнякъ встрѣчается въ видѣ сплошныхъ массъ, какъ въ жильныхъ, напримѣръ въ провинціи Нассау, такъ и въ пластовыхъ — залежи рудной горы близъ Штейермарка, мѣсторожденіяхъ. Оба названныя мѣсторожденія разрабатываются до настоящаго времени открытыми работами. Въ Каринтіи, близъ Гюттенберга имѣется примѣръ залежи шпатоватаго желѣзняка, разрабатываемой подземными работами. Сферосидеритами называются округленныя отдѣльности шпатоватаго желѣзняка, залегающія среди отложеній каменноугольной системы. Шпатоватый желѣзнякъ является иногда здѣсь тѣсно перемѣшаннымъ съ углемъ и различными землистыми примѣсями, образуя нерѣдко цѣлые пласты породы, содержащей до 45% желѣза и съ удобствомъ проплавляемой въ доменныхъ печахъ. Такого рода мѣсторожденія

пользуются большимъ распространеніемъ въ Вестфаліи и Шотландіи и получили здѣсь особое названіе Блекбендовъ.

Въ числѣ примѣсей къ различнымъ разновидностямъ бураго желѣзняка и желѣзнаго шпата часто являются фосфорнокислыя соединенія желѣза, кальція и другихъ металловъ. Примѣсь фосфора сообщаетъ желѣзу легкоплавкость, но дѣлаетъ его хрупкимъ, а потому непригоднымъ для многихъ цѣлей. Спросъ на руды съ содержаніемъ фосфора былъ поэтому крайне ограниченнымъ до изобрѣтенія Джилькристомъ Томасомъ основного процесса переработки фосфористыхъ чугуновъ. Съ изобрѣтеніемъ этого процесса, позволяющаго пользоваться фосфоромъ, какъ горючимъ для переработки чугуна на желѣзо и дающаго, въ качествѣ побочнаго продукта, весьма цѣнные для удобренія шлаки, началась разработка въ большихъ размѣрахъ также и фосфористыхъ рудъ.

* *
*

Наиболѣе значительными изъ разработокъ желѣзныхъ рудъ въ Европѣ являются разработки въ Штирійскихъ горахъ въ Австріи. Здѣсь имѣемъ дѣло дѣйствительно съ цѣлою горою желѣзной руды превосходнаго качества между мѣстечками: „Желѣзная руда“ на сѣверѣ и „Предгорье“ на югѣ. Штирійское желѣзо добывалось подъ именемъ сѣвернаго желѣза еще древними римлянами, на что указываетъ частое нахожденіе римскихъ монетъ въ старыхъ разработкахъ близъ Гюттенберга и близъ самаго мѣстечка: „Рудная гора“, а равно и присутствіе здѣсь остатковъ римскихъ построекъ, наличность которыхъ указываетъ на существованіе здѣсь римскихъ колоній. Дошедшіе до насъ письменные документы относятъ начало горнаго промысла въ Штиріи къ 712 году по Р. Х., причемъ здѣсь, какъ и во многихъ другихъ случаяхъ, сказаніе украсило этотъ фактъ поэтическимъ вымысломъ. Въ хорошенькомъ стихотвореніи: „Желѣзо навсегда“, Рудольфъ Баумбахъ разсказываетъ, что когда побѣдоносныя полчища германцевъ, положившихъ въ 5-мъ столѣтіи конецъ римскому владычеству за Альпами, заняли послѣ кровопролитнаго сраженія долину руднаго ручья, на вершинѣ сосѣдней горы показался горный духъ и спросилъ:

„Что хотите — золота на сотню лѣтъ
Или желѣза навсегда?“
— — — — — — — — — — — — — —
„И подъ звонъ мечей воскликнула толпа
Желѣза, желѣза дай намъ навсегда!“

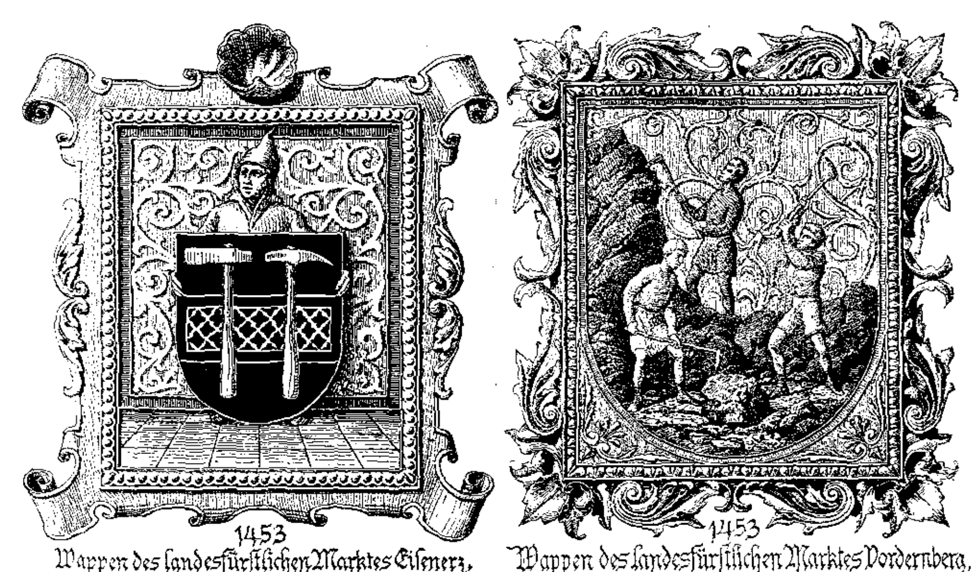
Желаніе ихъ было исполнено и Штирія дѣйствительно обладаетъ неистощимыми залежами желѣзныхъ рудъ. Стихотвореніе заканчивается словами:

„Ты выбралъ хорошо, мой сильный народъ,
Храни Господь твой желѣзный родъ.“

Что добыча желѣзныхъ рудъ составляла и въ средніе вѣка главное занятіе жителей страны лучше всего доказывается рисункомъ на знаменахъ, данныхъ въ 1453 году мѣстечкамъ: „Желѣзная руда“ и „Предгорье“ Императоромъ Фридрихомъ III. На щитѣ перваго знамени (фиг. 222) изображены молотокъ и кирка и самый щитъ поддерживается горнорабочимъ въ костюмѣ той эпохи. На знамени мѣстечка: „Предгорье“ изображено трое горнорабочихъ, занятыхъ добычею желѣзной руды (см. фиг. 223).

Современное значеніе даннаго мѣсторожденія лучше всего поясняется цифрою добычи: въ 1896 году здѣсь было добыто 834,000 тоннъ руды, дающей при плавкѣ 38—40% желѣза, что составляетъ около 57% общаго количества этого металла, полученнаго на всѣхъ заводахъ Австріи. Вся эта масса руды добывается исключительно открытыми работами. Для путеше-

ственника, приближающагося къ мѣстечку „Желѣзная руда“ съ сѣвера, открывается грандіозная картина разработокъ тотчасъ же, какъ онъ пересѣчетъ хребетъ „Гифлау“, впечатлѣніе отъ разработокъ получается еще болѣе грандіознымъ, если онъ попадетъ случайно во время взрыва шпуровъ, когда окрестности оглашаются сотнями выстрѣловъ, быстро слѣдующихъ одинъ за другимъ. Уже съ давнихъ временъ руда, добываемая на вершинѣ горы доставляется по проходу Пребышль на заводы: „Предгорья“, руда же, добываемая въ нижнихъ частяхъ горы, доставляется въ мѣшкахъ на заводы близъ мѣстечка; „Желѣзная руда“. Мѣшки кладутся на полозья, снабженные спереди одною парою колесъ (фиг. 224) и тащатся рабочими по крутымъ тропинкамъ, проложеннымъ по склону горы. Въ прежнія времена разработки велись отдѣльными небольшими компаніями, причемъ владѣльцы



222. **Знамя мѣстечка „Желѣзная руда“.** 223. **Знамя мѣстечка „Предгорье“.**

смежныхъ рудниковъ часто враждовали между собою изъ за различныхъ столкновеній при разработкѣ. Начиная съ 1625 г. соединились въ одно общество владѣльцы разработокъ, расположенныхъ въ окрестностяхъ мѣстечка: „Желѣзная гора“, а въ 1829 г. соединились въ одно общество и владѣльцы разработокъ: „Предгорья“, причемъ такому соединенію много содѣйствовалъ покойный эрцгерцогъ Іоаннъ, бывшій однимъ изъ совладѣльцевъ этой части рудниковъ. Съ 1890 года всѣ разработки соединились въ рукахъ „Альпійскаго горнопромышленнаго общества“, которое еще въ 1881 году скупило значительную часть акцій общества разработокъ въ мѣстечкѣ „Желѣзная руда“. Въ 1891 году была открыта, построенная по системѣ Абтса желѣзная дорога между мѣстечками „Желѣзная руда“ и Предгорье“, сдѣлавшая возможной непосредственную нагрузку руды въ большіе вагоны, пригодные для доставки на большія разстоянія. Начиная съ этого времени добыча возрасла въ значительной степени, составляя

въ 1862 г. — 127 000 тоннъ	въ 1891 г. — 730 000 тоннъ
„ 1872 „ — 354 000 „	„ 1896 „ — 834 000 „
„ 1882 „ — 512 000 „	„ 1897 „ — 894 000 „

Залежи руды представляютъ собою залежи желѣзнаго шпата, превратившагося мѣстами въ бурую и синюю желѣзныя руды, которыя по своей

легко-плавкости находили большой спросъ на доменныхъ заводахъ. Залежи находятся здѣсь среди толщъ силлурійскихъ сланцевъ, образующихъ широкую и глубокую мульду между вершиною рудной горы и долиною „Желѣзная руда“ (см. фиг. 225). По всему склону горы руда выходитъ на поверхность и разрабатывается разносами въ нѣсколько этажей. Каждый этажъ имѣетъ отъ 9 до 13 метровъ высоты и въ настоящее время работается до 30—40 такихъ этажей или уступовъ. Добытая съ каждаго этажа руда доставляется по рудничнымъ дорогамъ къ шахтамъ. По этимъ шахтамъ и штольнямъ руда доставляется къ нѣсколькимъ главнымъ этажамъ, по которымъ происходитъ доставка всей руды. Часть руды нагружается при этомъ въ желѣзнодорожные вагоны для дальней отправки. Часть руды съ верхнихъ горизонтовъ доставляется на заводы Предгорья; часть же съ нижележащихъ этажей спускается по бремсбергу къ заводамъ мѣстечка: „Желѣзная руда.“ На фиг. 226 представлена часть этажей, видимыхъ изъ оконъ конторскаго зданія у разработокъ Варвара. Близъ конторскаго домика находится часовня св. Варвары, въ которой хранится святыня мѣстныхъ горнорабочихъ — такъ называемый чудесный камень (см. фиг. 227). На этомъ камнѣ имѣется образованный отпечатокъ, напоминающій, по своимъ очертаніямъ, изображеніе Богородицы съ Младенцемъ на рукахъ, окруженныхъ вѣнкомъ изъ лучей. Кромѣ этихъ отпечатковъ часто встрѣчаются еще такъ называемые желѣзные цвѣты (фиг. 228), представляющіе собою отложенія серебристо-бѣлаго лучистаго аррагонита, часто наблюдаемыя въ трещинахъ и пустотахъ шпатоватаго желѣзняка, изъ котораго состоитъ данное мѣсторожденіе.



224. **Доставка руды въ мѣшкахъ.**

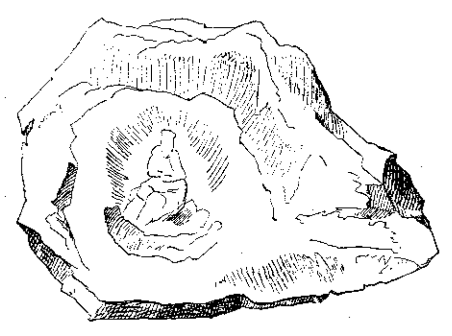
Мѣст. „Рудная гора“ 1537 м
Этажи разработокъ рудной горы
Глави. залежь
Штольня Лидеманъ
Анкеритъ
Долина р. „Желѣзная руда“
Заводъ
Сѣрая вакка и сланцы
Известнякъ
Из- вестн.
Сѣрая вакка и сланцы

225. **Разрѣзъ горы „Желѣзной руды“ въ Штиріи.**

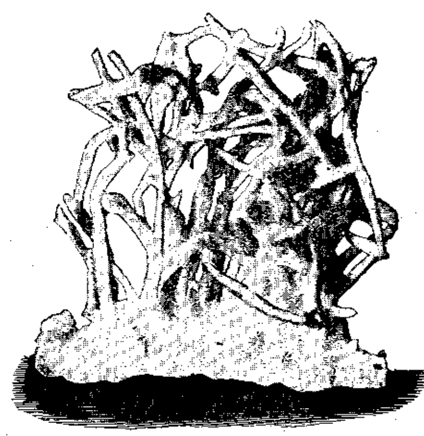
Путешественникамъ охотно разрѣшается посѣщеніе рудной горы, причемъ имъ предоставляютъ возможность пользоваться рудничными дорогами, что значительно облегчаетъ восхожденіе на гору. Слѣдуетъ, впрочемъ, ска-



226. Видъ этажнаго разноса рудной горы.



227. **Чудесный камень.**



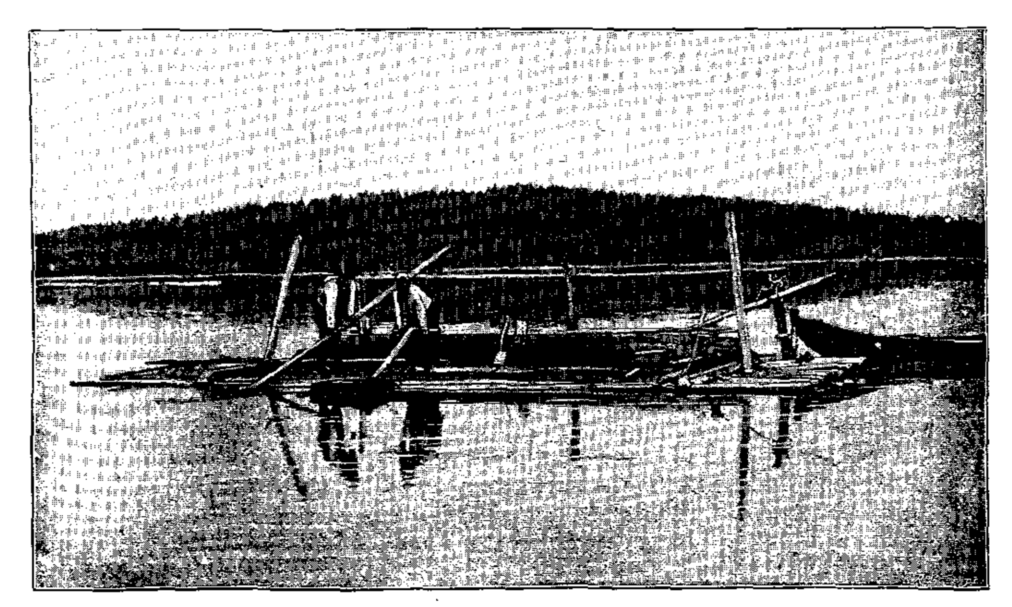
228. **Желѣзные цвѣты изъ рудниковъ въ Штейермаркѣ.**

зать, что дорога идетъ слишкомъ круто, и что посѣтители, желающіе насладиться чудными видами, открывающимися съ различныхъ мѣстъ пути, должны сдѣлать прогулку по разработкамъ пѣшкомъ. (A. Jugoviz, „Führer auf der Bahnlinie Eisenerz-Vordernberg und den Steirischen Erzberg".

229. **Разработка горы „Высокой" въ Нижнемъ Тагилѣ.**

Способъ разработки разносами въ нѣсколько этажей примѣняется для добычи желѣзныхъ рудъ горъ Высокая и Благодать (фиг. 229) на Уралѣ, мѣсторожденія магнистаго желѣзняка въ Геллифарѣ въ Швеціи, мѣсторожденій бураго желѣзняка завода: „Ильзедеръ Гютте" въ Ганноверѣ и во многихъ другихъ мѣстахъ.

Желѣзодѣлательная промышленность Финляндіи въ значительной мѣрѣ обязана своимъ существованіемъ присутствію на днѣ нѣкоторыхъ озеръ скопленій такъ называемой озерной руды. Руда эта представляетъ собою бурый желѣзнякъ въ видѣ округлыхъ зеренъ діаметромъ до 7 мм. или плоскихъ дисковъ величиною съ копеечную монету и въ смѣси съ красной глиной образуетъ довольно большія залежи на днѣ озеръ. Рабочій, стоя на плоту (фиг. 230), извлекаетъ руду со дна отмелей помощью черпаковъ на длинной рукояткѣ; его помощникъ отмываетъ ее на рѣшетахъ отъ глины и складываетъ отмытую руду на плотъ. Вся залежь вынимается полосами, причемъ плотъ удерживаютъ на мѣстѣ двумя брусьями; выработавъ руду въ одномъ мѣстѣ, вынимаютъ брусья и, отталкиваясь шестами, передвигаютъ плотъ дальше, вставляютъ снова брусья и продолжаютъ добычу. Въ день одинъ



230. Добыча озерныхъ рудъ въ Финляндіи.

рабочій съ помощникомъ (*обыкновенно подросткомъ или женщиной*) можетъ, такимъ образомъ, добыть до 1—1,5 куб. метр. руды. Отложенія озерныхъ рудъ замѣчательны значительной быстротой своего образованія. Обыкновенно въ выработанной залежи черезъ два-три года *образуется вновь* такой запасъ руды, что она является снова заслуживающею добычи.

Въ послѣднее время изъ озеръ Финляндіи добывается ежегодно до 65—70 000 тоннъ руды, изъ которой въ небольшихъ *сыродутныхъ горнахъ* получаются крицы желѣза, отправляемыя для дальнѣйшей обработки на русскіе желѣзодѣлательные заводы.

По сравненію съ описаннымъ кустарнымъ способомъ добычи озерныхъ рудъ въ Финляндіи, представляются тѣмъ болѣе грандіозными, отличающіеся громадной производительностью, желѣзные рудники въ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ, замѣчательные колоссальностью своихъ устройствъ для добычи рудъ и дешевой доставкой въ удаленные отъ данныхъ мѣсторожденій углоносные районы, гдѣ сосредоточены главные доменные заводы. Рудники сосредоточены на берегахъ озера Верхняго въ мѣстности, содержащей неисчерпаемыя богатства прекрасной руды съ содержаніемъ желѣза до 60%. Благодаря небольшой твердости, руда съ удобствомъ добывается паро-

выми драгами и нагружается ими въ подставленные вагоны. Добыча идетъ такъ быстро, что вагонъ, вмѣстимостью въ 25 тоннъ, наполняется рудою въ $2^1/_2$ минуты. Въ этихъ вагонахъ руда по рельсовымъ путямъ, иногда до 180 километр. длиною, доставляется въ особые магазины, выстроенные на сваяхъ, вбитыхъ въ дно озера на такомъ разстояніи отъ берега, чтобы къ нимъ могли подходить большія суда. Магазины содержатъ до 4600 ящиковъ для храненія руды, вмѣстимостью каждый въ 60—150 тоннъ. Вагоны имѣютъ откидное дно, что дѣлаетъ перегрузку изъ нихъ въ ящики весьма простою и удобною. Ящики расположены на высотѣ 18 метровъ надъ уровнемъ моря и изъ нихъ руда по желобамъ легко и быстро перегружается въ подведенныя суда вмѣстимостью 4—5000 тоннъ каждое, причемъ на нагрузку каждаго судна задалживается не больше 55—70 минутъ времени. Въ этихъ судахъ руда перевозится къ гаванямъ, расположеннымъ на противоположномъ берегу озера, гдѣ имѣются соотвѣтствующія устройства для разгрузки судовъ, храненія руды и нагрузки ея въ вагоны желѣзныхъ дорогъ, въ которыхъ руда доставляется къ доменнымъ печамъ.

О громадной производительности рудниковъ можно судить по одному тому факту, что начиная съ 1849 года до настоящаго времени на судахъ по озеру Верхнему было перевезено около 110 милліоновъ тоннъ руды.

О разстояніи, на которое перевозится руда, могутъ дать понятіе слѣдующія цифры. Руда, добытая на рудникѣ, должна быть доставлена въ вагонахъ къ ближайшей гавани Duluth, отстоящей отъ рудниковъ на 130 километровъ. Далѣе слѣдуетъ перевозка въ судахъ къ гавани Кливлендъ на разстояніи 1220 в. и отсюда снова по желѣзной дорогѣ къ ближайшему заводу, отстоящему на разстояніи 205 километровъ отъ гавани. Такимъ образомъ руда должна пройти путь въ 1560 километровъ, чтобы быть доставленной отъ рудника на заводъ. *Несмотря на столь длинный путь и двойную перегрузку* изъ вагоновъ въ суда и обратно, стоимость доставки вмѣстѣ съ перегрузкою составляетъ всего 9 марокъ за тонну руды, что объясняется значительнымъ совершенствомъ организаціи перевозки и перегрузки.

Изъ приложенной ниже таблицы міровой производительности желѣза и стали видно, что Соединеннымъ Штатамъ принадлежитъ въ этомъ отношеніи безспорно первое мѣсто. Изъ за второго мѣста, особенно въ смыслѣ полученія стали идетъ борьба между Германіею и Англіею.

Распредѣленіе міровой производительности желѣза и стали по отдѣльнымъ государствамъ, въ 1896 г.

Названіе государствъ	Производительность желѣза въ тоннахъ	Производительность стали въ тоннахъ
Соединенные Штаты	8 761 200	5 366 500
Великобританія	8 700 200	4 306 200
Германія	6 361 000	4 195 000
Франція	2 333 700	1 160 000
Россія	1 629 800	625 000
Австро-Венгрія	1 130 000	520 000
Бельгія	932 800	598 800
Швеція	466 400	250 600
Испанія	246 300	104 600
Другія государства	448 500	349 500
Всего	31 008 900	17 476 200

О распредѣленіи добычи желѣзныхъ рудъ въ Германіи по отдѣльнымъ округамъ даетъ понятіе слѣдующая таблица, относящаяся къ 1896 году.

Къ даннымъ этой таблицы необходимо присовокупить, что на заводахъ Германіи, кромѣ мѣстныхъ рудъ, проплавляется еще значительное количество рудъ, привезенныхъ изъ Испаніи, Австро-Венгріи и Швеціи.

Распредѣленіе добычи желѣзныхъ рудъ въ 1896 году.

Области		Производительность въ тоннахъ	Стоимость въ маркахъ
Провинція	Силезія	529 600	3 050 860
„	Саксонія	41 600	182 100
„	Ганноверъ	563 500	2 130 400
„	Вестфалія	1 223 250	9 534 600
„	Гессенъ-Нассау	641 500	4 626 500
„	Рейнская	1 053 640	8 882 900
Всего въ королевствѣ Прусскомъ		4 053 090	28 407 360
Королевство Баварія		161 000	657 000
Эльзасъ-Лотарингія		4 841 600	10 977 700
Люксенбургъ		4 758 700	9 482 000
Прочія германскія государства		347 910	1 874 540
Всего въ Германіи		14 162 300	51 398 600

Мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ и получаемые изъ этихъ послѣднихъ чугунъ, литое и ковкое желѣзо играютъ такую громадную роль въ культурномъ развитіи всѣхъ странъ, что въ настоящемъ отдѣлѣ будетъ умѣстно остановиться нѣсколько подробнѣе на описаніи мѣсторожденій этихъ рудъ нашего отечества и привести нѣкоторыя данныя, характеризующія современное положеніе русской желѣзодѣлательной промышленности и колоссальное ея развитіе въ послѣднее время.

Почва Россіи чрезвычайно богата залежами желѣзныхъ рудъ, почему и представляется полезнымъ раздѣлить все необъятное пространство Россіи на нѣсколько рудныхъ районовъ и разсмотрѣть отдѣльно каждый изъ нихъ.

Изъ такихъ районовъ мы отмѣтимъ прежде всего Уралъ — колыбель нашей горнопромышленности. Въ нѣдрахъ Урала содержатся неистощимые запасы желѣзныхъ рудъ, давшихъ начало первымъ по времени своего основанія чугуноплавильнымъ и желѣзодѣлательнымъ заводамъ Россіи.

Изъ различныхъ желѣзныхъ рудъ на Уралѣ встрѣчаются:

Магнитный желѣзнякъ, образующій штоки, жилы и пластообразныя залежи среди діоритовъ и кристаллическихъ сланцевъ, главнѣйше, восточнаго склона Урала. Мѣсторожденія такого характера имѣются въ округахъ Горо-благодатскихъ, Нижне-Тагильскихъ, Невьянскихъ, Сергинскихъ, Сысертскихъ и Кыштымскихъ заводовъ сѣвернаго и средняго Урала, а также и въ округѣ Златоустовскихъ заводовъ южной части хребта. Мѣсторожденія эти достигаютъ иногда громадныхъ размѣровъ, представляя собою цѣлыя горы магнитнаго желѣзняка, каковы напримѣръ гора Благодать, Высокая и особенно гора Магнитная. По богатству и чистотѣ руды и громаднымъ ея запасамъ названныя мѣсторожденія должны быть признаны выдающимися среди мѣсторожденій не только Урала, но и всего свѣта.

Сравнительно меньшимъ распространеніемъ пользуется на Уралѣ красный желѣзнякъ и желѣзный блескъ — встрѣчающійся обыкновенно въ видѣ небольшихъ, сравнительно, залежей, подчиненныхъ залежамъ бураго желѣзняка. Изъ самостоятельныхъ мѣсторожденій желѣзнаго блеска значительною величиною выдается мѣсторожденіе Вишерское по берегамъ рѣки Вишеры въ Чердынскомъ уѣздѣ Пермской губерніи, разрабатываемое нынѣ для потребностей Кутимскаго завода.

Бурый желѣзнякъ встрѣчается на Уралѣ въ громадномъ количествѣ, образуя залежи, подчиненныя метаморфическимъ породамъ, а равно песча-

никово-глинистымъ отложеніямъ и известнякамъ силурійской, девонской, каменноугольной системы. Нѣкоторыя изъ этихъ мѣсторожденій, каково напримѣръ Бакальское въ округѣ Катавъ Ивановскихъ заводовъ содержатъ колоссальные запасы бураго желѣзняка, отличающагося значительнымъ содержаніемъ желѣза, большою чистотою и большою легкоплавкостью, что дѣлаетъ плавку этихъ рудъ очень выгодною.

Если ко всему сказанному прибавить множество залежей и гнѣздъ сферосидеритовъ, подчиненныхъ юрскимъ и послѣтретичнымъ отложеніямъ въ губерніяхъ Вологодской, Вятской и западной части Пермской, то мы увидимъ, что Уралъ обладаетъ неистощимыми запасами желѣзныхъ рудъ, часто весьма хорошаго качества, являясь въ этомъ отношеніи однимъ изъ выдающихся районовъ земного шара.

Выступившая за послѣднее время могучимъ конкурентомъ Уральской, желѣзодѣлательная промышленность Юга Россіи обязана своимъ развитіемъ, главнѣйше, богатѣйшимъ запасамъ желѣзныхъ рудъ Кривого Рога. Криворожское мѣсторожденіе представляетъ собою штокообразныя залежи краснаго желѣзняка, подчиненныя залегающимъ въ данной мѣстности пластамъ кварцитовъ и кристаллическихъ сланцевъ. Среднее содержаніе желѣза въ рудѣ доходитъ до 60%—70%. Добыча ведется открытыми работами и обходится крайне дешево, не свыше 1,5 коп. за пудъ. По производеннымъ до настоящаго времени развѣдочнымъ работамъ запасъ захваченной ими части мѣсторожденія доходитъ до 2 000 000 000 пудовъ, изъ которыхъ около 1 500 000 000 находятся въ площади, занятой существующими уже заводами и около 500 000 000 пуд. находятся на земляхъ частныхъ владѣльцевъ, добывающихъ руду для продажи другимъ лицамъ.

Кромѣ описанныхъ богатыхъ рудъ въ Кривомъ Рогу имѣются еще желѣзистые кварциты съ содержаніемъ въ 40—50% желѣза, потребляемые южными заводами какъ примѣсь къ богатымъ, но мелкимъ рудамъ.

За послѣднее время начинаютъ привлекать большое вниманіе керченскія мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ, расположенныя въ южной части полуострова Керчи.

Мѣсторожденія эти подчинены третичнымъ породамъ и носятъ явно пластовый характеръ, причемъ мощность отдѣльныхъ пластовъ доходитъ до 3 и болѣе саженъ. По внѣшнему виду рудоносные пласты представляютъ собою скопленія зеренъ различной величины, связанныя песчано-глинистымъ, желѣзистымъ цементомъ. Вслѣдствіе такого своего строенія руды керченскихъ мѣсторожденій легко разсыпаются въ порошокъ и примѣняются въ доменной плавкѣ лишь послѣ предварительнаго обогащенія. Указанная особенность керчинскихъ рудъ въ связи съ малымъ процентнымъ содержаніемъ въ нихъ металлическаго желѣза дѣлаютъ ихъ неспособными къ перевозкѣ на большія разстоянія, почему мѣсторожденія эти, несмотря на огромный, повидимому, запасъ руды, не могутъ имѣть большого значенія для тѣхъ районовъ, въ которыхъ сосредоточиваются въ настоящее время желѣзодѣлательные заводы юга Россіи. Кромѣ криворожскихъ и керченскихъ мѣсторожденій на югѣ Россіи, заслуживаютъ еще упоминанія надѣлавшіе въ свое время много шуму мѣсторожденія Корсакъ могилы, находящееся въ Бердянскомъ уѣздѣ Херсонской губерніи, а равно и многочисленныя гнѣздообразныя залежи желѣзныхъ рудъ, разсѣянныя по всей площади Донецкаго бассейна (наибольшей мощностью отличаются мѣсторожденія въ бассейнѣ р. Кальміуса) и пріуроченные къ известнякамъ каменноугольной системы, путемъ метаморфизаціи которыхъ онѣ, т. е. мѣсторожденія и образовались. Мѣсторожденія Корсакъ могилы не оправдали возлагавшихся на нихъ надеждъ, равно какъ не оправдали ихъ и мѣсторожденія Донецкаго бассейна и руда данныхъ мѣсторожденій является лишь подспорьемъ для криворожской руды. Криворожское мѣсторожденіе

было и остается до настоящаго времени главнымъ источникомъ руды для громаднаго большинства заводовъ юга Россіи, судьба которыхъ является такимъ образомъ тѣсно связанною съ запасами этой руды.

Въ центральной Россіи въ губерніяхъ Московской, Тверской, Тульской, Калужской и въ части губерній Новгородской, Псковской, Витебской, Смоленской, Нижегородской, Тамбовской, Костромской и Ярославской имѣются бурые желѣзняки и сферосидериты, образующіе гнѣзда небольшихъ, сравнительно, размѣровъ, залегающіе въ известнякахъ девонской, каменноугольной пермской системъ, путемъ метаморфизаціи которыхъ они образовались. Разработка этихъ рудъ ведется обыкновенно дудками и пудъ руды обходится около 2—4 коп., причемъ руда содержитъ до 47% чистаго желѣза. Запасы отдѣльныхъ гнѣздъ не велики, сами гнѣзда разбросаны на обширномъ пространствѣ, почему данныя мѣсторожденія большого значенія не имѣютъ.

Бурые желѣзняки встрѣчаются также на сѣверѣ Россіи въ Олонецкой губерніи въ видѣ, такъ называемыхъ, озерныхъ, болотныхъ и дерновыхъ рудъ, составляющихъ продолженіе залежей тѣхъ же рудъ въ Финляндіи, о добычѣ которыхъ было говорено выше. Имѣющіяся здѣсь залежи краснаго и магнитнаго желѣзняковъ и желѣзнаго блеска до настоящаго времени развѣданы мало и никакой роли для мѣстной желѣзодѣлательной промышленности не играютъ.

Изъ сдѣланнаго очерка нашихъ мѣсторожденій желѣзныхъ рудъ ясно, что колоссальнымъ запасомъ этихъ послѣднихъ обладаетъ Уралъ, затѣмъ слѣдуетъ югъ Россіи. Мѣсторожденія же желѣзныхъ рудъ центральной Россіи и сѣвернаго района могутъ имѣть лишь крайне ограниченное значеніе для небольшихъ мѣстныхъ заводовъ, не позволяя по своей разбросанности сконцентрировать производство, постройкою заводовъ, разсчитанныхъ на большую производительность.

Все сказанное наглядно подтверждается слѣдующей таблицей, показывающей распредѣленіе общей добычи желѣзныхъ рудъ въ 1896 г. по отдѣльнымъ руднымъ районамъ Россіи.

	Число рабочихъ	Число рудниковъ	Добыто руды
			Пудовъ
На Уралѣ	25656	654	82122688
Въ Замосковномъ краѣ . .	4224	78	17395209
„ Царствѣ Польскомъ и Сѣверо-Западн. краѣ .	4315	109	18328395
„ Южной и Юго-Западной Россіи	3489	37	76786580
„ Сибири	239	10	1683273
„ Сѣверномъ краѣ . . .	235	29	1397094
„ Кавказѣ	13	4	315924
„ Финляндіи	39	131	4613491
	38210	1052	202642654

Изъ таблицы видно, что около $^3/_4$ общей добычи желѣзныхъ рудъ приходилось на Уралъ и Южный районъ, доставившихъ вмѣстѣ около 158 милліоновъ пудовъ изъ общаго числа 202,6 милл. пудовъ желѣзной руды, добытой въ Россіи.

Приведенная ниже таблица, показывающая распредѣленіе выплавки чугуна по отдѣльнымъ районамъ, также позволяетъ заключить, что главная роль въ выплавкѣ чугуна, какъ по общему ея количеству, такъ и по производитель-

ности отдѣльныхъ заводовъ, принадлежитъ Уралу и особенно югу Россіи, который въ послѣднее время обогналъ даже Уралъ, благодаря имѣющимся здѣсь обильнымъ запасамъ минеральнаго топлива, которыхъ нѣтъ на Уралѣ.

На заводахъ		Выплавка чугуна Пуды		Число заводовъ
Уральскихъ	казенныхъ . .	3793732	35660023	122
	частныхъ . .	31866291		
Замосковныхъ		8394178		48
Польскихъ и С.-З. Россіи	казенныхъ . .	329241	13580721	32
	частныхъ . .	13251480		
Южн. и Юго-Зап. Россіи . .		39169766		24
Сѣверныхъ	казенныхъ . .	249275	295648	4
	частныхъ . .	46373		
Сибирскихъ	казенныхъ . .	135915	452792	6
	частныхъ . .	316877		
Финляндскихъ		1397540		13
		98950668		249

Ростъ выплавки чугуна на заводахъ Урала и юга Россіи приводится въ слѣдующей таблицѣ, въ которой собраны данныя за періодъ времени съ 1887—96 годъ.

Названіе заводовъ	Выплавка чугуна въ тысячахъ пудовъ — Года									
	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Уральскіе . . .	20363	21649	21558	24012	26204	27098	27325	28749	29074	31866
Южные	4158	5433	8468	13417	15456	17200	20044	27370	34043	39169
На всѣхъ заводахъ Россіи	37389	40715	45180	56560	61339	65431	70140	81347	88665	98930

Ртуть.

Ртуть представляетъ собою единственный металлъ, являющійся жидкимъ при обыкновенной температурѣ. Въ этомъ состояніи въ видѣ капель встрѣчается въ небольшихъ, правда, количествахъ и въ немногихъ мѣсторожденіяхъ — самородная ртуть. Главною же ртутною рудою служитъ киноварь, минералъ, обладающій красивымъ краснымъ цвѣтомъ, по составу представляющій сѣрнистую ртуть и являющійся единственной ртутной рудою, пользующейся сколько-нибудь значительнымъ распространеніемъ въ природѣ. Киноварь встрѣчается въ немногихъ сравнительно мѣсторожденіяхъ въ количествѣ, заслуживающемъ разработки и, напримѣръ, въ Германіи въ настоящее время ртуть вовсе не добывается, такъ какъ разработка единственнаго мѣсторожденія киновари въ Рейнскомъ Пфальцѣ была прекращена еще въ концѣ прошлаго столѣтія за полной своею невыгодностью. Общая производительность ртути составляла въ 1896 году 3 626 000 килогр. и распредѣлялась по отдѣльнымъ государствамъ слѣдующимъ образомъ:

Испанія	1513000 килогр.
Соединенные Штаты .	1151000 „
Австрія	520000 „
	3184000 килогр.
Транспортъ	3184000 килогр.
Мексика	160000 „
Россія	150000 „
Италія	132000 „
Сумма	3626000 килогр.

Въ Испаніи киноварь добывается изъ извѣстнаго еще во времена римскаго владычества мѣсторожденія киновари въ Альмаденѣ. Сѣверо-американскія

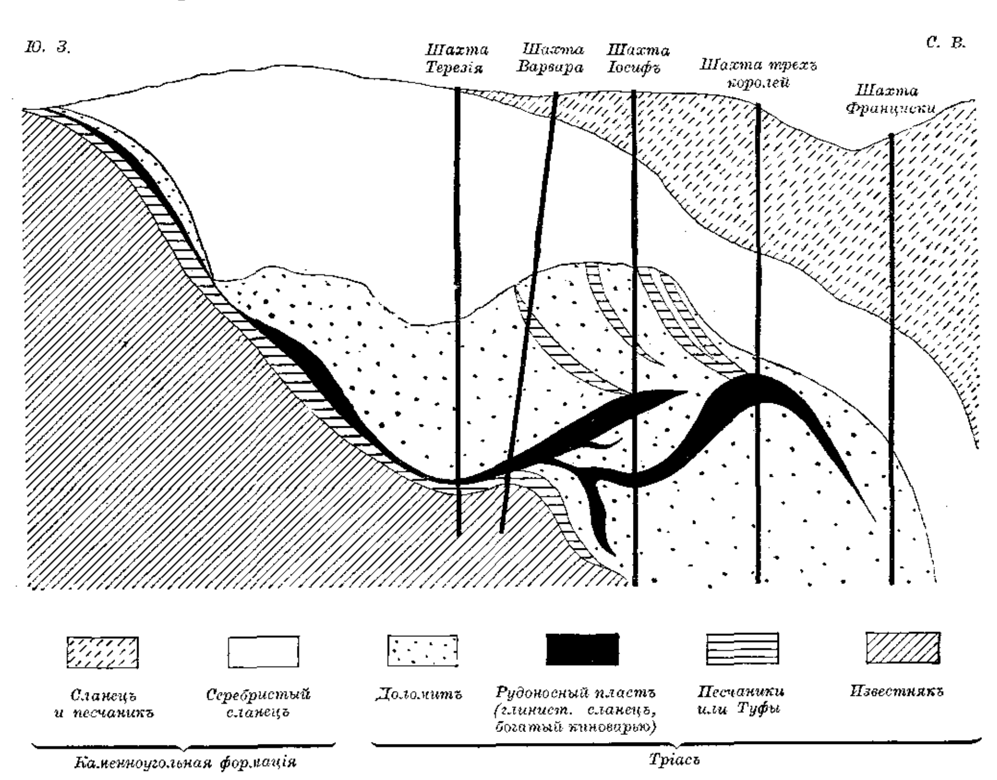
мѣсторожденія сосредоточены главнѣйше въ штатѣ Калифорніи, близъ мѣстечекъ Новой Альмадены, Новой Идріи и Сѣрнаго хребта. Славившееся ранѣе мѣсторожденіе близъ Гуанкавелики въ Перу не разрабатывается уже 70 лѣтъ тому назадъ. Австрійская ртутная промышленность сосредоточивается вся близъ мѣстечка Идріи въ Крайнѣ; итальянскіе рудники находятся близъ Тосканы. Добыча ртути въ Мексикѣ, несмотря на значительное богатство этого государства мѣсторожденіями киновари, развита крайне слабо, такъ какъ этотъ промыселъ былъ запрещенъ во все время владычества испанцевъ въ странѣ, а правильному развитію его въ настоящее время мѣшаютъ неблагопріятныя политическія условія страны. Важнѣйшими по добычѣ мѣсторожденіями киновари въ Мексикѣ являются мѣсторожденія Гуадалькazаръ въ провинціи Сан-Луи, Потози и Гуитцуко въ провинціи Гуерреро. Изъ русскихъ мѣсторожденій замѣчательно мѣсторожденіе киновари близъ деревни Никитовки въ западной части Донецкаго бассейна, на которомъ уже лѣтъ 10 тому назадъ началась добыча значительныхъ количествъ киновари. Вся добываемая на землѣ киноварь перегоняется съ цѣлью извлеченія ртути. Ртуть продается во всѣхъ заводахъ въ желѣзныхъ бутыляхъ съ винтовыми пробками, вмѣстимостью въ 34,5 килогр., или въ мѣхахъ изъ дубленой кожи. Цѣна ртути стоитъ уже нѣсколько лѣтъ на одномъ уровнѣ, такъ какъ вся торговля ею монополизирована въ рукахъ Ротшильда. Въ 1896 году цѣна ртути колебалась въ предѣлахъ 147—168 марокъ за бутыль.

Примѣненія ртути для промышленныхъ цѣлей отличаются большимъ разнообразіемъ. Значительное количество ея расходуется при извлеченіи золота и серебра амальгамаціей. Далѣе одно изъ соединеній ртути — гремучая ртуть — пользуется большимъ распространеніемъ при приготовленіи патроновъ пальниковъ, для взрыва динамита въ рудничныхъ шпурахъ. Примѣненіе ртути въ барометрахъ и термометрахъ извѣстно каждому, а равно и примѣненіе ртути и различныхъ ея соединеній въ медицинѣ при леченіи нѣкоторыхъ болѣзней. Далѣе вся примѣняемая въ техникѣ киноварь готовится въ настоящее время искусственно изъ металлической ртути и наконецъ въ прежнее время значительное количество ртути потреблялось для производства позолоты черезъ огонь и при приготовленіи зеркалъ.

Ртутный рудникъ близъ Идріи, осмотрѣнный авторомъ въ 1893 г., находится въ западной части Крайны въ уединенной мѣстности на берегу ручья Идрицы. Проѣхать на рудникъ удобнѣе всего отъ станціи Loitsch Лайбахъ-Тріестской желѣзной дороги, откуда на рудникъ ведетъ проложенная 1857—59 гг. шоссейная дорога, которая проходитъ сначала по однообразному карстовому ландшафту, а затѣмъ по живописной долинѣ рѣки Заалы.

Идрія представляетъ собою ртутный городъ въ истинномъ смыслѣ этого слова. Открытію, примѣрно за 400 лѣтъ до нашего времени, мѣсторожденій киновари городъ обязанъ своимъ основаніемъ и начиная съ тѣхъ поръ, благосостояніе города остается все время тѣсно связаннымъ съ разработкою мѣсторожденій, составляющей и до настоящаго времени главное занятіе населенія города. Шахты и рудничныя постройки находятся въ самомъ городѣ и только заводъ лежитъ за городской чертой внизъ по теченію рѣчки Идрицы. Исторія горнаго дѣла богата всевозможными случайностями. Вскорѣ послѣ открытія рудниковъ послѣдніе достигли цвѣтущаго состоянія вслѣдствіе того, что работами была встрѣчена 22 Іюня 1508 года богатая залежь руды. Въ память этого событія ежегодно 22 Іюня празднуется день св. Ахація, который считается патрономъ Идрійскихъ рудниковъ. Въ періодъ расцвѣта возникло множество мелкихъ рудниковъ, работавшихъ съ перемѣннымъ счастіемъ, такъ какъ въ то время умѣли съ выгодою обрабатывать лишь богатыя руды и судьба рудниковъ зависѣла отъ случайнаго открытія скопленій богатыхъ рудъ. Уже въ то время на рудникахъ часто происходили несчастія, изъ ко-

торыхъ особенно большимъ, по числу жертвъ, былъ обвалъ выработокъ происшедшій въ 1532 году, вслѣдствіе того обстоятельства, что разработками наткнулись на очень богатую руду и придали выемкамъ слишкомъ большіе размѣры. Такъ какъ работы велись въ то время безъ всякой закладки, то кровля разработокъ, будучи обнажена на большомъ разстояніи, рухнула и придавила собою всѣхъ находящихся тамъ рабочихъ. Обвалъ этотъ произвелъ такое впечатлѣніе на жителей, что память о немъ сохранилась и до настоящаго времени и мѣсто, гдѣ онъ произошелъ, называется и теперь еще мѣстомъ смерти. Съ углубленіемъ работъ добыча становилась все болѣе и

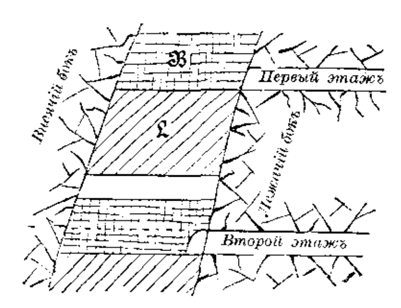


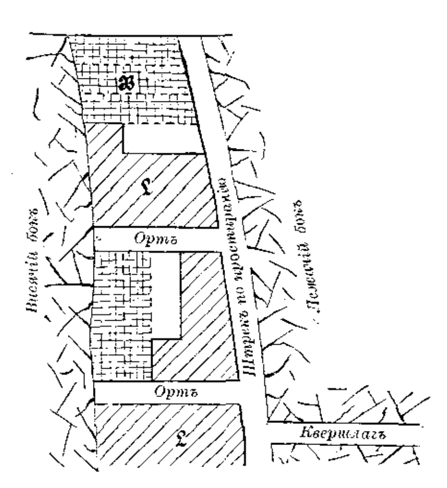
231. **Разрѣзъ мѣсторожденія ртутныхъ рудъ въ Индіи.**

болѣе затруднительною и временами совершенно прекращалась, пока наконецъ въ 1580 году государство не забрало всѣхъ разработокъ въ свои руки. Съ этого времени, начинается неутомимая работа надъ усовершенствованіемъ и удешевленіемъ способовъ добычи рудъ и особенно способа извлеченія изъ нихъ ртути. Работа эта увѣнчалась полнымъ успѣхомъ и въ настоящее время съ выгодою обрабатываются даже самыя бѣдныя руды съ содержаніемъ всего 0,25% ртути. Это обстоятельство, въ свою очередь, содѣйствовало удешевленію способовъ добычи руды, сдѣлавъ возможнымъ правильное веденіе работы и устранивъ необходимость погони за богатыми гнѣздами рудъ. Возможность повторенія обваловъ устранилась съ введеніемъ системы работъ съ закладкою вынутыхъ пространствъ пустою породою.

Значительною опасностью для рудниковъ угрожали возникавшіе дважды въ 1803 и 1846 гг. рудничные пожары. Пожары произошли, вѣроятно, отъ самовозгоранія углистыхъ сланцевъ, потреблявшихся на закладку и нахо-

дили подходящій матеріалъ въ деревянной крѣпи, въ изобиліи находившейся въ рудникѣ для предохраненія выработокъ отъ обваловъ. Дабы прекратить пожаръ, пришлось оба раза окончательно затопить рудникъ, послѣ того, какъ были исчерпаны всѣ другія средства для борьбы съ пожаромъ. Мѣсторожденіе залегаетъ среди тріасовыхъ отложеній и представляетъ собою рядъ залежей неправильной формы. Оруденѣлость состоитъ изъ киновари, тонко вкрапленной въ глинистый сланецъ, причемъ замѣчается нѣкоторая зависимость скопленій руды отъ господствующаго направленія трещинъ сдвиговъ въ окружающихъ породахъ (фиг. 231).





232 и 233. **Поперечная выемка**
(Планъ и разрѣзъ).

Чрезвычайно красивымъ является видъ забоя въ выработкѣ, проведенной по породѣ, содержащей киноварь. Вслѣдствіе рудничной сырости сланецъ, составляющій основную породу, представляется окрашеннымъ въ темно-сѣрый цвѣтъ и на этомъ фонѣ красиво выдѣляются ярко-красныя зерна киновари. Выемка производится ортами (см. фиг. 232 и 233) и состоитъ въ слѣдующемъ. Изъ шахты достигаютъ мѣсторожденія квершлагами и въ лежачемъ боку ведутъ штреки по простиранію, раздѣляющіе мѣсторожденіе на этажи, въ 10—15 метр. отвѣсной высоты, и называемые поэтому этажными штреками. Каждый этажъ вынимаютъ полосами въ 2—2,5 метра высотою, для чего изъ этажныхъ штрековъ ведутъ орты до висячаго бока мѣсторожденія и цѣлики между ортами вынимаютъ полосами въ 3 метра шириною, закладывая по мѣрѣ выемки все вынутое пространство пустою породою, оставляя незаложеннымъ лишь этажный штрекъ, который служитъ главнымъ откаточнымъ штрекомъ для доставки ископаемаго къ квершлагу и по этому послѣднему къ шахтѣ.

Закончивъ такимъ образомъ выемку нижней полосы, ведутъ проработку вверхъ и вынимаютъ тѣмъ же способомъ вторую полосу, третью и т. д., причемъ при выемкѣ каждой послѣдующей полосы рабочіе находятся на закладкѣ уже вынутой нижележащей полосы. При закладкѣ этихъ полосъ въ породѣ оставляютъ скаты или наклонные штреки для спуска матеріала къ главному откаточному штреку. При выемкѣ верхней полосы каждаго этажа приходится работать подъ закладкой этажа вышележащаго. Здѣсь поэтому слѣдуетъ вести работы съ большою осторожностью и для болѣе совершенной выемки приходится иногда пользоваться забивною крѣпью. Во все время выемки даннаго этажа нижній штрекъ служитъ главнымъ откаточнымъ, а верхній вентиляціоннымъ, причемъ, дабы установить движеніе воздушной струи, штреки эти соединяютъ штреками по паденію еще во время самаго проведенія этажныхъ штрековъ. Среднимъ числомъ изъ кубическаго метра добытой такимъ образомъ породы въ Идріи получается до 30 килогр. ртути. Число задалживаемыхъ на рудникѣ рабочихъ доходитъ до 660 человѣкъ.

Свинецъ.

Важнѣйшей свинцовою рудою является галенитъ, или свинцовый блескъ, называемый горнорабочими просто блескомъ, такъ какъ онъ представляетъ собою единственную руду, которая встрѣчается огромными массами и обладаетъ такимъ сильнымъ металлическимъ блескомъ. Свинцовый блескъ кристаллизуется въ кубахъ правильной системы (фиг. 234), углы которыхъ нерѣдко притупляются плоскостями октаэдра. Минералъ обладаетъ весьма совершенной спайностью и большіе кристаллы его легко раскалываются подъ ударами молота на множество мелкихъ кубиковъ, ограниченныхъ ровными блестящими плоскостями. Цвѣтъ свинцово-сѣрый. По химическому составу свинцовый блескъ состоитъ изъ 86% свинца и 14% сѣры. Примѣсь серебра въ ничтожномъ (рѣдко бываетъ больше 0,2%) хотя бы количествѣ превращаетъ свинцовый блескъ въ хорошую серебряную руду.

Въ качествѣ продуктовъ разложенія свинцоваго блеска въ верхнихъ частяхъ мѣсторожденій этого минерала, является цѣлый рядъ другихъ соединеній свинца. Всѣ эти соединенія отличаются сильнымъ алмазнымъ блескомъ, прекраснымъ образованіемъ кристалловъ и, иногда, красивою, яркою окраскою. Изъ этихъ минераловъ мы назовемъ: Углекислый свинецъ, называемый церузитомъ или бѣлою свинцовою рудою; пироморфитъ или зеленая и бурая свинцовая руда, представляющій по составу фосфорно-кислую соль свинца съ примѣсью хлористаго свинца; англезитъ или купоросная руда — по составу сѣрнокислый свинецъ. Сравнительно рѣдко встрѣчается молибденово-кислый свинецъ, имѣющій яркожелтую окраску и называемый вульфенитомъ или желтою рудою. Красивыми кристаллами вульфенита славятся мѣсторожденія свинцовыхъ рудъ въ Блейбергѣ, въ Каринтіи и Іума въ шт. Аризона, въ Сѣверной Америкѣ. Благодаря содержанію молибденовой кислоты вульфенитъ находитъ себѣ примѣненіе для приготовленія различныхъ молибденовыхъ соединеній, которыя цѣнятся какъ хорошія синія краски. Кромѣ вульфенита въ природѣ встрѣчается только одинъ минералъ, въ которомъ содержится молибденъ, именно молибденовый блескъ, представляющій по составу соединеніе молибдена съ сѣрою. Значительное количество молибденоваго блеска находится въ жильныхъ мѣсторожденіяхъ Телемаркена въ южной Норвегіи, гдѣ онъ и добывается для различныхъ промышленныхъ цѣлей. Къ числу рѣдкихъ въ природѣ кислородныхъ солей свинца принадлежитъ также хромистокислый свинецъ, называемый за свою окраску каллохромомъ или красною свинцовою рудою.



234. Кристаллы свинцоваго блеска.

Изъ числа интересныхъ по своей кристаллической формѣ минераловъ, представляющихъ соединенія свинца съ сурьмою и сѣрою, мы назовемъ боурнонитъ или игольчатую руду, названную такъ за своеобразную форму своихъ кристалловъ.

Цифры добычи свинца въ различныхъ странахъ приводятся въ прила-

гаемой ниже таблицѣ. Изъ таблицы легко видѣть, что первое мѣсто по добычѣ свинцовыхъ рудъ занимаетъ Испанія, гдѣ наиболѣе замѣчательными являются слѣдующіе рудники: Картагена и Мазаронъ въ провинціи Мурсіи Линаресъ, въ провинціи Яенъ Сіера Альмагрера, въ провинціи Альмеріи и Пенорайа, въ провинціи Бадайозъ. Главные рудники Соединенныхъ Штатовъ находятся въ штатахъ Колорадо, Миссури, Канзасѣ, Огейо и Ута. Распредѣленіе добычи свинца въ Германіи приводится въ особой таблицѣ, къ которой слѣдуетъ прибавить, что на свинцовыхъ заводахъ Германіи проплавляется много привозныхъ, главнѣйше, южно-американскихъ серебро-свинцовыхъ рудъ. Свинцовые рудники Австро-Венгріи сосредоточиваются близъ Пршибрама и Міеса въ Богеміи, Райбль и Блейбергъ въ Каринтіи, Хемнитцѣ и Нагибанца въ Венгріи.

Свинецъ кромѣ своей большой ковкости, позволяющей прокатывать его въ тонкіе листы и трубы, отличается большой стойкостью по отношенію къ дѣйствію на него различныхъ химическихъ дѣятелей, почему свинцовые сосуды и трубы примѣняются въ большомъ количествѣ въ химической промышленности. Сплавъ свинца съ сурьмою, извѣстный подъ названіемъ гартблея, идетъ на приготовленіе пуль, трубъ и листовъ. Типографскій металлъ, изъ котораго отливается типографскій шрифтъ, представляетъ сплавъ свинца съ сурьмою (до 20%) и иногда другими металлами (оловомъ и цинкомъ). Легкоплавкій сплавъ Клеминера состоитъ изъ сплава свинца съ оловомъ въ разной пропорціи, къ которому для полученія очень легкоплавкихъ сплавовъ прибавляютъ висмутъ. Цѣна свинца опустилась съ 40 марокъ за метрическій центнеръ въ 1870 годахъ до 20 марокъ въ 1895 г.

Міровая производительность свинца въ 1895.

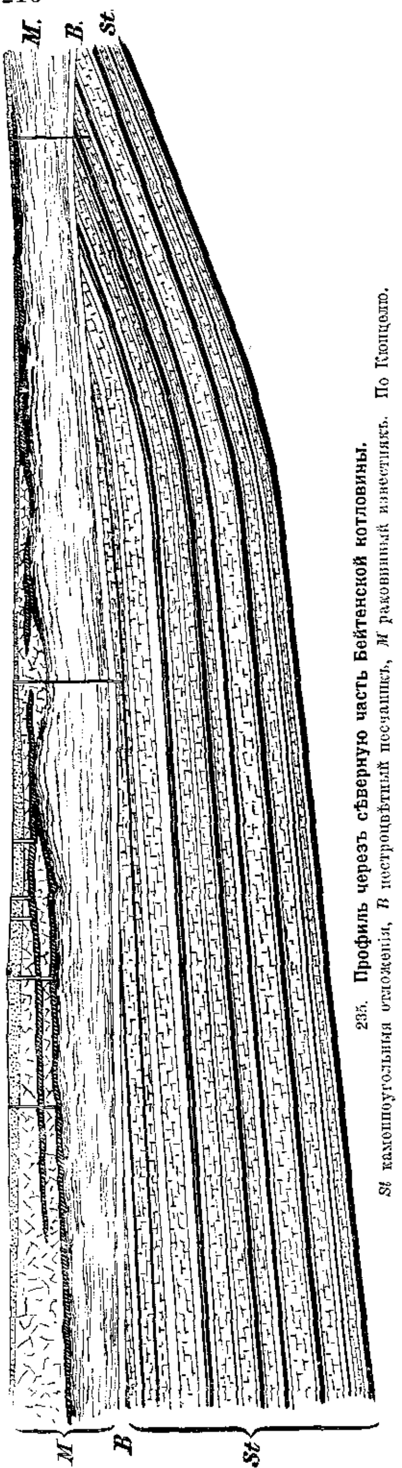
Названіе странъ	Производительн. въ тоннахъ	Названіе странъ	Производительн. въ тоннахъ
Испанія	160 800	Транспортъ	619 900
Соединенн. Штаты	142 300	Бельгія	15 600
Германія	111 100	Канада	10 500
Мексика	80 000	*Австро-Венгрія*	*10 400*
Великобританія	55 300	Франція	8 500
Австралія	30 200	Швеція	1 300
Италія	20 400	Японія	1 000
Греція	19 800	Россія	800
	619 900		668 000

Распредѣленіе добычи свинца въ Германіи по отдѣльнымъ округамъ за 1897 г.

Рейнско-Вестфальск. округъ	76 256 т
Силезія	23 558 „
Гарцъ	15 033 „
Фрейбергъ	6 015 „
Ангальтъ	1 845 „
Прочіе округа	355 „
	123 062 т

* * *

По особенностямъ своего залеганія особенно замѣчательны мѣсторожденія свинцовыхъ рудъ въ песчаникахъ Коммерна и Михерниха въ Рейнской провинціи и Сентъ-Авольда близъ Саарлуи въ Лотарингіи. Свинцовыя руды (церузитъ и свинцовый блескъ) содержатся здѣсь въ видѣ зеренъ и желваковъ, до 7 мм. величиною, въ пластахъ бѣлаго песчаника, по возрасту относящагося къ пестроцвѣтнымъ песчаникамъ тріасовой системы. Песчаникъ этотъ пользуется громаднымъ распространеніемъ, напримѣръ, близъ Михерниха занимаетъ площадь въ 16 кв. километровъ.



235. **Профиль черезъ сѣверную часть Бейтенской котловины.**
St каменноугольныя отложенія, *B* пестроцвѣтный песчаникъ, *M* раковинный известнякъ. По Кюнцелю.

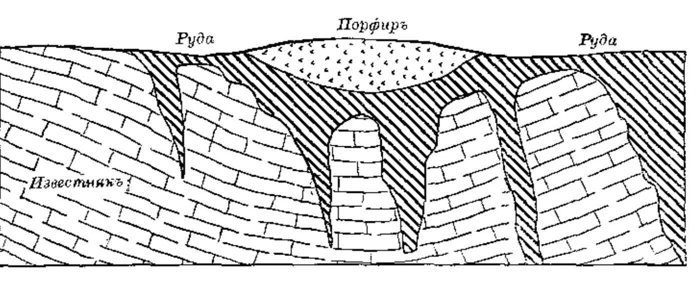
Руды съ небольшимъ, сравнительно, содержаніемъ свинца (до 1,5%) принадлежатъ къ числу рудъ, легко обогащаемыхъ при механической ихъ обработкѣ. Свинецъ, выплавляемый изъ рудъ, содержитъ хотя и въ небольшомъ количествѣ, всего 200 гр. въ 1 тоннѣ, серебра, которое легко извлекается изъ него. Подобно описаннымъ выше мѣсторожденіямъ мѣдныхъ рудъ въ Маансфельдѣ, данныя мѣсторожденія представляютъ собою типичный примѣръ, доказывающій, что разработка мѣсторожденій даже очень бѣдныхъ рудъ можетъ вестись съ выгодою, если только обстоятельства благопріятствуютъ массовой добычѣ, при которой стоимость кубической единицы добытой породы получается сравнительно небольшою. Разработка велась раньше исключительно открытыми работами, но въ послѣднее время съ удаленіемъ отъ выхода мѣсторожденія толщина породъ, прикрывающихъ пластъ, получилась настолько значительною, что пришлось прибѣгнуть къ подземнымъ работамъ.

Ежегодно добывается нѣсколько сотъ тысячъ кубическихъ метровъ песчаника, содержащаго руду, причемъ для вскрытія наносовъ, мощность которыхъ при открытыхъ работахъ, примѣрно, въ два раза превышала мощность самого пласта, примѣнялись большія *паровыя драги*. Производительность лежащихъ въ Прусской части бассейна рудниковъ доходила до 33 000 тоннъ промытой руды, стоимостью, примѣрно, въ $2\frac{1}{4}$ милліона марокъ, что составляетъ около $\frac{1}{4}$ общей добычи свинца въ Пруссіи.

Разрабатываемыя въ настоящее время мѣсторожденія свинцовыхъ рудъ въ Боннскомъ округѣ, на Гарцѣ, во Фрейбергѣ и въ герцогствѣ Ангальтъ относятся къ числу *жильныхъ мѣсторожденій* свинцоваго блеска.

Полными руками разсыпала природа свои дары въ Верхней Силезіи въ окрестностяхъ города Бейтена. Здѣсь находятся *въ почти неисчерпаемомъ количествѣ* пласты превосходнаго каменнаго угля. Къ югу отъ Бейтена эти пласты выходятъ на дневную поверхность, или покрыты тонкимъ слоемъ отложеній тріасовой системы; близъ же самаго Бейтена (см. фиг. 235) они покрыты слоемъ, около 200 метровъ мощности, пестроцвѣтнаго песчаника и раковиннаго известняка. Въ этой послѣдней по-

родѣ развиты, правда, весьма неправильно, но достигающія иногда значительной мощности залежи свинцовыхъ и цинковыхъ рудъ. Близъ выхода на поверхности залежи эти, достигающія 15 метровъ мощности, содержатъ обыкновенно галмей; на большей глубинѣ онѣ, т. е. залежи раздѣляются на два горизонта, содержащіе колчеданистыя руды (свинцовый блескъ и цинковую обманку) и достигаютъ мощности въ 3—4 метра. Благодаря счастливому сочетанію рудныхъ мѣсторожденій и мѣсторожденій ископаемаго угля въ данной мѣстности возникла большая металлургическая промышленность. Мощныя мѣсторожденія галмея разрабатываются обвалами. Выемка ведется слоями въ 2—3 метра вышины, причемъ работы отдѣльныхъ слоевъ подвигаются въ нисходящемъ порядкѣ, начиная съ самаго верхняго. Послѣ выемки каждаго слоя обрушаютъ кровлю послѣдняго и ведутъ выемку послѣдующаго слоя подъ обрушеніемъ. Добыча свинцовыхъ рудъ въ Верхней Силезіи какъ по своему количеству, такъ и по стоимости добытаго продукта значительно уступаетъ добычѣ цинковыхъ рудъ и угля, но въ то же время она составляетъ значительную часть общей добычи свинцовыхъ рудъ въ Германіи, а выплавляемый изъ этихъ рудъ на заводѣ Фридрихсгютте свинецъ пользуется хорошей репутаціей на рынкѣ. Одно изъ значительныхъ мѣсторожденій свинцовыхъ рудъ Сѣверной Америки находятся близъ города Леадвилль (по американски—свинцовый городъ) въ долинѣ рѣки Арканзасъ въ штатѣ Колорадо. Мѣсторожденія были открыты въ 1877 году и получили вскорѣ большое значеніе. Мѣсторожденія относятся къ числу контактовыхъ мѣсторожденій и залегаютъ въ мѣстахъ соприкосновенія известняковъ съ прорывами и покровами эруптивныхъ породъ (см. фиг. 236) и представляютъ собою частью выполненія пустотъ, а частью настоящія пластообразныя залежи различныхъ рудъ. Мѣсторожденія пересѣчены трещинами многочисленныхъ сбросовъ и сдвиговъ. Въ верхнихъ частяхъ мѣсторожденій заключается бѣлая свинцовая руда въ такомъ количествѣ, что по добычѣ этой руды данное мѣсторожденіе слѣдуетъ признать первымъ въ свѣтѣ, такъ какъ даже извѣстныя залежи свинцовыхъ рудъ въ Брокенъ-Гиль въ Южной Австраліи значительно уступаютъ ему въ этомъ отношеніи. Въ нижнихъ частяхъ мѣсторожденія заключаются колчеданистыя руды (свинцовый блескъ, цинковая обманка и сѣрный колчеданъ), содержащія обыкновенно, правда въ небольшомъ сравнительно количествѣ, серебро.



236. Разрѣзъ мѣсторожденія въ Леадвиллѣ.

Леадвилль представляетъ типичный примѣръ города, выросшаго съ необыкновенной быстротой, среди пустынной мѣстности и обязаннаго такою быстротою роста, исключительно, открытымъ близъ него минеральнымъ богатствамъ. Этотъ городъ еще въ 1876 году былъ деревушкой, имѣвшей не болѣе 200 жителей и уже въ 1879 году, чрезъ два года послѣ открытія мѣсторожденій, насчитывалъ ихъ до 15 000 челов. Большая часть рудъ при богатомъ содержаніи свинца содержитъ немного (до 0,8%) серебра и слѣды золота. Въ первые 7 лѣтъ разработки рудниковъ изъ рудъ было получено около 3000 килогр. золота, болѣе $1\frac{1}{2}$ милліоновъ килограммовъ серебра и около 300 000 тоннъ свинца, всего на сумму свыше 40 милліоновъ марокъ. Но быть можетъ еще болѣе важнымъ, чѣмъ приведенныя колоссальныя цифры

добычи изъ даннаго мѣсторожденія, было косвенное вліяніе, которое оказало его открытіе на серебряную промышленность американскаго запада. Открытіе богатыхъ свинцовыхъ рудъ дало возможность при извлеченіи серебра изъ колчеданистыхъ рудъ этого металла замѣнить амальгамацію такъ называемымъ освинцеваніемъ серебра, т. е. сплавленіемъ серебряныхъ рудъ съ легкоплавкими свинцовыми рудами, отчего все содержащееся въ шахтѣ серебро и золото переходятъ въ получающійся сплавъ названныхъ металловъ съ большимъ количествомъ свинца. Такая замѣна амальгамаціи рудъ благородныхъ металловъ проплавкою ихъ съ богатыми свинцовыми рудами представляла значительныя выгоды, такъ какъ она удешевляла производство и съ введеніемъ ея стали полнѣе извлекать серебро, что лучше всего видно изъ слѣдующихъ цифръ. Въ 1874 году заводы платили рудникамъ всего за 54% общаго, по пробѣ содержанія серебра въ рудѣ, тогда какъ въ 1889 году они платили уже за 84%.

Цинкъ.

Цинковыя руды встрѣчаются на поверхности земли въ большомъ количествѣ: одна изъ нихъ — галмей была извѣстна человѣчеству еще во времена глубокой древности и служила для приготовленія латуни. Въ настоящее время подъ именемъ галмея подразумѣваются, собственно, два самостоятельныхъ минерала: Смитсонитъ, или цинковый шпатъ и каламинъ, или кремнистая цинковая руда, представляющіе по составу первый — углекислую, а второй кремнекислую соль цинка, часто встрѣчающіяся вмѣстѣ, а потому въ прежнее время смѣшиваемыя между собою. Лишь въ послѣднее время начали извлекать цинкъ изъ его сѣрнистой руды — цинковой обманки. Галмей встрѣчается часто въ сплошныхъ аморфныхъ массахъ желтаго или бураго цвѣта, между тѣмъ какъ цинковая обманка имѣетъ, обыкновенно, ясное кристаллическое сложеніе, съ прекрасно выраженною спайностью по плоскостямъ ромбическаго додекаэдра и весьма часто встрѣчается въ видѣ отдѣльныхъ хорошо образованныхъ кристалловъ правильной системы. Чистый сѣрнистый цинкъ — бѣлаго цвѣта, въ цинковой же обманкѣ содержатся обыкновенно примѣси другихъ сѣрнистыхъ металловъ и, главнѣйше, сѣрнистаго желѣза, почему она является окрашенной въ различные оттѣнки желтаго, зеленаго, бураго и темнаго цвѣтовъ. Цинкитъ или красная цинковая руда, представляющая, по составу, окись цинка, встрѣчается въ значительномъ количествѣ лишь въ немногихъ мѣсторожденіяхъ, изъ которыхъ особенно замѣчательны мѣсторожденія въ штатѣ Нью-Джерсей въ Сѣверной Америкѣ. Подобно сѣрнистому цинку, чистая окись цинка — бѣлаго цвѣта и красная окраска цинкита зависитъ отъ примѣсей окисей другихъ металловъ, главнѣйше, желѣза и марганца. Добыча цинка за послѣднее время значительно возрасла и въ 1896 году она составила всего 423 900 тоннъ, распредѣленіе которыхъ по отдѣльнымъ государствамъ видно изъ слѣдующей таблицы.

Производительность цинка въ 1896.

Названіе государствъ	Метрич. тонны	Примѣчанія
Рейнская провинція, Бельгія и Голландія	182 587	Изъ нихъ 68 680 тоннъ съ одного рудника Віейло-Монтань.
Силезія	97 409	
Великобританія	25 278	
Франція и Испанія	28 906	
Австрія	9 403	
Польша	6 264	
Всего въ Европѣ	349 847	
Сѣверная Америка	74 065	
Всего	423 912	Цѣною въ среднемъ по 333 марки за тонну.

Большая часть цинка потребляется въ видѣ цинковыхъ листовъ, далѣе можно отмѣтить потребленіе цинковой пыли при приготовленіи индиго и цинковыхъ бѣлилъ, какъ краски. Въ цинковой обманкѣ часто заключаются хотя и въ небольшомъ количествѣ — рѣдкіе металлы индій и кадмій. Первый былъ открытъ Reich'омъ и Richter'омъ въ черной фрейбергской обманкѣ и отличается красивою темно-синею линіею своего спектра. Кадмій добывается главнѣйше въ Верхней Силезіи и продается въ настоящее время по цѣнѣ 2000 марокъ за 100 килогр. Оба металла имѣютъ пока лишь научное значеніе.

Прочіе металлы и руды.

Олово добывается исключительно изъ единственной оловянной руды — оловяннаго камня, представляющаго по составу окись этого металла. Оловянный камень встрѣчается часто въ хорошо образованныхъ кристаллахъ бураго цвѣта, вросшихъ въ массу коренной породы, или разсѣянныхъ въ массѣ песку, причемъ въ послѣднемъ случаѣ мѣсторожденія получаютъ названіе розсыпей оловяннаго камня. Мѣсторожденія олова встрѣчаются въ сравнительно немногихъ мѣстахъ на поверхности земли. Изъ нихъ давно пользуются извѣстностью мѣсторожденія оловяннаго камня въ Корнваллисѣ въ Англіи, въ испанской провинціи Галиціи и въ саксонско-богемскомъ рудномъ кряжѣ близъ Альтенберга, Эренфридерсдорфа и Гейера — въ Саксоніи, Циннвальда, Шлаггенвальда и Граупена въ Богеміи. Разработки въ Корнваллисѣ достигли уже 800 метровъ глубины и повидимому содержаніе олова въ здѣшнихъ рудахъ съ глубиною уменьшается и олово постепенно вытѣсняется мѣдью. Разработка мѣсторожденій въ саксонско-богемскомъ кряжѣ по причинѣ бѣдности этихъ рудъ почти прекратилась съ тѣхъ поръ, когда открытіе громадныхъ *розсыпей оловяннаго камня на полуостровѣ* Малаккѣ, *островахъ* Банка, Биллитона и Каримонъ — въ Остъ Индіи, а равно и богатыхъ мѣсторожденій этого минерала въ Австраліи значительно понизило цѣну олова на міровомъ рынкѣ. Самымъ большимъ заводомъ, выплавляющимъ олово, въ настоящее время является заводъ на островѣ Пуло въ гавани Сингапуръ. Въ 1896 г. на немъ получено около 15 000 тоннъ олова. Изъ общей міровой производительности олова, составлявшей въ 1895 году 77 000 тоннъ, около 47 000 тоннъ доставили мѣсторожденія Малакки и благодаря значительному возрастанію добычи изъ этихъ именно мѣсторожденій цѣна олова, составлявшая въ 1890 году — 1880 марокъ за тонну, понизилась до 1200 марокъ въ 1896 году и лишь въ 1898 году цѣна этого металла вновь начала подниматься.

Хромистыя, вольфрамовыя и марганцевыя руды имѣютъ большое значеніе въ желѣзодѣлательной и стальной промышленности, такъ какъ прибавка небольшого количества этихъ рудъ къ желѣзу и стали значительно увеличиваетъ твердость и вязкость послѣднихъ. Въ качествѣ хромистой руды служитъ обыкновенно хромистый желѣзнякъ — минералъ, близко подходящій по составу и свойствамъ къ магнитному желѣзняку и служащій часто для приготовленія желтой, красной и зеленой красокъ. Изъ вольфрамъ содержащихъ минераловъ только два вольфрамитъ и шеелитъ встрѣчаются въ природѣ въ столь значительномъ количествѣ, что могутъ служить предметомъ технической добычи. Вольфрамитъ, по составу — двойная соль желѣза и марганца отъ вольфрамовой кислоты, встрѣчается вмѣстѣ съ оловяннымъ камнемъ въ Циннвальдѣ, Корнваллисѣ и въ небольшихъ количествахъ въ Новой Зеландіи и Австраліи. Шеелитъ, представляющій по составу углекислый вольфрамъ, встрѣчается въ большомъ количествѣ только въ шт. Коннектикутѣ въ Сѣверной Америкѣ и служитъ тамъ рудою для полученія вольфрамовой кислоты. Большимъ и болѣе разнообразнымъ примѣненіемъ, чѣмъ руды вольфрама и хрома, пользуются марганцевыя руды, потребляемыя въ большомъ количествѣ хими-

мической промышленностью, какъ матеріалъ для полученія кислорода и хлора. Всѣ эти руды отличаются желѣзо-чернымъ цвѣтомъ и въ Германіи онѣ добываются исключительно на рудникахъ Гарца и Тюрингенскаго Лѣса. Изъ различныхъ рудъ наибольшее примѣненіе имѣетъ бурый камень или пиролюзитъ, представляющій по составу перекись марганца. Затѣмъ слѣдуетъ псиломеланъ или твердая марганцевая руда — гидратъ перекиси и манганитъ — гидратъ окиси марганца. Изъ общаго числа 500 000 тоннъ, составившихъ міровую производительность марганцевыхъ рудъ въ 1895, большая часть (больше половины) добыта изъ русскихъ мѣсторожденій на Кавказѣ; далѣе по производительности слѣдуетъ Чили, Германія и Франція, добыча которыхъ достигаетъ довольно значительной величины.

Никкель и кобальтъ были прежде ругательными именами для рудъ, сопровождающихъ собою въ мѣсторожденіяхъ Саксонско-Богемскаго кряжа (въ Аннабергѣ, Шнеебергѣ и Іохимсталѣ) руды серебра и значительно затруднявшихъ и удорожавшихъ проплавку этихъ послѣднихъ. Только много лѣтъ спустя, когда добыча серебра въ означенныхъ районахъ достигла уже значительнаго развитія, были открыты сильныя красящія свойства окиси кобальта. Уже въ 1533 году близъ Платтена въ Богеміи примѣнялось стекло, окрашенное окисью кобальта въ синій цвѣтъ. Первая же саксонская мельница для размола кобальтовой краски была построена близъ Аннаберга въ 1649 г. Размолотое стекло, окрашенное окисью кобальта въ синій цвѣтъ, называется кобальтовою шмальтою и играетъ большую роль въ фарфоровой промышленности. Извѣстная синяя краска королевской фарфоровой мануфактуры въ Мейссенѣ и заводовъ въ Дельфтѣ готовятся изъ окиси кобальта. Никкель, открытый въ 1773 году, пріобрѣлъ промышленное значеніе лишь въ 20-хъ годахъ настоящаго столѣтія, когда были изобрѣтены нѣкоторые никкелевые сплавы, напримѣръ аргентанъ. Далѣе потребленіе никкеля и цѣна на него значительно возрасла, когда стали чеканить никкелевую монету (съ 1850 — въ Швейцаріи, 1857 — въ Соединенныхъ Штатахъ, 1860 — Бельгіи и 1871 — Германіи). Въ настоящее время никкель примѣняется въ большомъ количествѣ для приготовленія никкелевой стали, которая отличается отъ обыкновенныхъ сортовъ послѣдней значительно большею вязкостью. Никкелевыя и кобальтовыя руды встрѣчаются обыкновенно совмѣстно и, за исключеніемъ гарніерита, являются обыкновенно сурьмянистыми, мышьяковистыми или сѣрнистыми соединеніями этихъ металловъ. Наиболѣе обыкновенною кобальтовою рудою служатъ Шмальтинъ и шпейсовый кобальтъ и кобальтинъ, или кобальтовый блескъ, отличающіеся серебристо-бѣлымъ цвѣтомъ, который у послѣдняго минерала имѣетъ слабый розовый оттѣнокъ. Изъ никкелевыхъ рудъ можно назвать никкелинъ, или красный никкелевый колчеданъ, хлоантитъ и раммельсбергитъ, имѣющіе одинаковый составъ и извѣстные подъ общимъ названіемъ бѣлаго никкелеваго колчедана и герсдорфитъ, или сѣрый колчеданъ. Никкель содержится иногда въ большомъ количествѣ въ сѣрномъ и магнитномъ колчеданѣ и въ такомъ случаѣ минералы эти служатъ, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ Sudbury въ Канадѣ, никкелевою рудою. Въ новѣйшее время началась въ Нумеѣ и Новой Зеландіи добыча вновь открытаго минерала гарніерита или нумеита, отличающагося красивымъ зеленымъ цвѣтомъ и представляющаго по составу кремнекислую соль никкеля и магнезіи. Годовая выплавка никкеля достигаетъ величины 7 милліоновъ килограммовъ по $2^1/_2$ — 3 марки за килограммъ. Висмутъ получается исключительно изъ самороднаго висмута и изъ висмутита, или висмутовой охры, представляющаго по составу водную углекислую соль висмута. Вмѣстѣ съ оловомъ и свинцомъ висмутъ идетъ на приготовленіе легкоплавкихъ сплавовъ, а соли висмута находятъ себѣ примѣненіе въ медицинѣ. Цѣна висмута въ послѣднее время значительно понизилась, вслѣдствіе при-

воза богатыхъ заокеанскихъ рудъ и въ настоящее время она составляетъ всего около $6^1/_2$ марокъ за килограммъ.

Уранъ примѣняется для приготовленія красокъ и добывается изъ единственной, встрѣчающейся въ сколько-нибудь значительномъ количествѣ, урановой руды — называемой по своему цвѣту смоляною рудою. Шнеебергъ въ Саксоніи и Іоахимсталь въ Богеміи являются главными поставщиками урана для Европы.

Молибденъ, примѣняемый въ химической промышленности и медицинѣ, получается, какъ сказано выше, изъ двухъ своихъ соединеній, встрѣчающихся въ природѣ изъ желтой свинцовой руды и молибденоваго блеска.

За послѣднее время въ качествѣ металла, имѣющаго промышленное значеніе, выступилъ аллюминій, почему здѣсь будетъ упомянуто о двухъ минералахъ, изъ которыхъ добывается въ большомъ количествѣ этотъ металлъ, отличающійся своею легкостью (уд. в. $2^1/_2$) и красивымъ серебристо-бѣлымъ цвѣтомъ. Первоначально аллюминій добывался исключительно изъ кріолита (двойной фтористой соли натрія и аллюминія), минерала, отличающагося бѣлымъ цвѣтомъ, хорошею спайностью и слегка просвѣчивающаго въ краяхъ. Залежи кріолита находятся близъ Ивигтута въ Гренландіи и начиная съ 1857 года тамъ ведется добыча этого минерала въ значительномъ количествѣ, для чего ежегодно весною туда отправляется около сотни датскихъ рабочихъ и остаются тамъ въ продолженіи 4 мѣсяцевъ. Гораздо большее промышленное значеніе имѣетъ въ настоящее время бокситъ, названный такъ по имени мѣстечка Боксъ (Baux) во Франціи, гдѣ онъ былъ впервые открытъ. Кромѣ этого мѣсторожденія боксита находятся во многихъ другихъ мѣстахъ во Франціи, а равно и въ Сѣверной Америкѣ — въ штатахъ Алабама, Георгина и въ Ильстонскомъ паркѣ. Цѣна аллюминія, которая еще въ 1870 году доходила до 100 марокъ за килограммъ, спустилась въ Германіи до 4 марокъ, чему способствовало основаніе извѣстнаго завода въ Нейгаузенѣ, на которомъ теперь получается до 750 000 килограммовъ аллюминія осажденіемъ изъ растворовъ электролизомъ.

Къ числу рудъ необходимо также присоединить рѣдкіе, сравнительно, минералы, содержащіе торій, церій и другіе рѣдкіе металлы, получившіе въ послѣднее время промышленное значеніе, благодаря большому спросу на нихъ, какъ на матеріалъ для изготовленія колпачковъ, дающихъ при накаливаніи сильный и ровный свѣтъ. Изъ этихъ минераловъ наибольшимъ распространеніемъ пользуется монацитъ, отличающійся значительнымъ удѣльнымъ вѣсомъ (до 5) и желтымъ цвѣтомъ. Монацитъ въ смѣси съ другими минералами, отъ которыхъ онъ съ трудомъ отдѣляется при промывкѣ, встрѣчается въ розсыпяхъ въ шт. Сѣв. Каролина въ Америкѣ и въ морскомъ пескѣ близъ города Багіи въ Бразиліи. До послѣдняго времени торій содержащіе минералы, считались большою рѣдкостью и 1 килограммъ азотнокислаго торія стоилъ еще въ 1895 году 400 марокъ. За послѣдніе годы добыча торія значительно возрасла и уже къ январю 1897 года цѣна его составляла всего 55 марокъ за килограммъ.

Сѣра и сѣрная кислота получаются или изъ самородной сѣры, встрѣчающейся въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (въ Джерджентѣ, въ Сициліи и др.) часто въ видѣ хорошо образованныхъ кристалловъ, характернаго сѣрно-желтаго цвѣта, или изъ соединеній сѣры съ желѣзомъ и другими металлами. Изъ этихъ соединеній наибольшимъ распространеніемъ пользуются: сѣрный колчеданъ (желѣзный колчеданъ или пиритъ) лучистый (печенковый колчеданъ, или марказитъ) и магнитный колчеданы. Сѣрный колчеданъ представляетъ собою часто встрѣчающійся минералъ, по своему шпейсово-желтому, переходящему иногда въ золотисто-желтый цвѣтъ, часто принимаемый профанами за золото, но легко отличающійся отъ этого металла своею хруп-

костью и значительной твердостью. Твердость сѣрнаго колчедана больше твердости стали и при ударѣ ножемъ онъ даетъ искры, откуда и произошло названіе пирита. Во многихъ мѣстахъ встрѣчаются хорошо образованные кристаллы колчедана, представляющіе комбинацію куба съ пентагональнымъ додекаэдромъ, причемъ отчетливостью своего образованія и своею значительною величиною славятся кристаллы съ острова Эльбы. Лучистый колчеданъ имѣетъ одинаковый составъ съ сѣрнымъ (оба представляютъ собою двусѣрнистое желѣзо) но кристаллизуется въ формѣ ромбическихъ призмъ и встрѣчается, главнѣйше, въ глинистыхъ отложеніяхъ болѣе новыхъ геологическихъ эпохъ. Магнитный колчеданъ встрѣчается рѣже двухъ поименованныхъ выше минераловъ и отличается своими магнитными свойствами. Вездѣ, гдѣ поименованные минералы находятся въ значительномъ количествѣ — они примѣняются для приготовленія сѣрной кислоты. Сѣрный колчеданъ иногда содержитъ небольшое количество золота и въ такомъ случаѣ служитъ рудою для добычи этого металла. Наконецъ часто сѣрный колчеданъ находится въ тѣсной смѣси съ мѣднымъ и является хорошею мѣдною рудою какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ залежахъ колчедана близъ Ріо-Тинто въ Испаніи и въ штокахъ близъ Фалуни въ Швеціи, доставляющихъ ежегодно до 500 тоннъ мѣди, 400 килогр. серебра и около 70 килогр. золота.

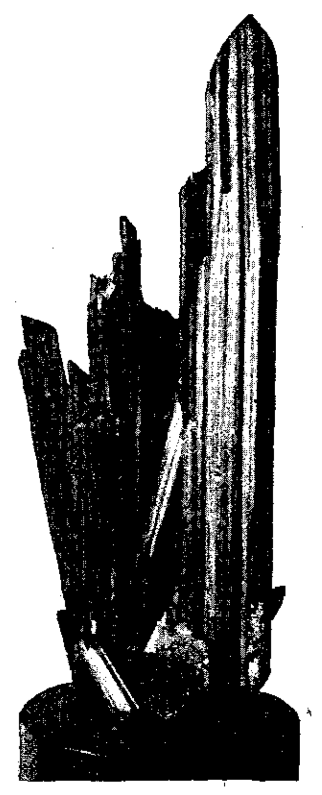
По добычѣ сѣры первое мѣсто уже съ давнихъ временъ принадлежитъ Сициліи, доставляющей примѣрно 400 000 тонъ изъ 500 000 тоннъ, составляющихъ ежегодную добычу этого продукта на всемъ земномъ шарѣ. Къ сожалѣнію цѣна сѣры, какъ и многихъ другихъ продуктовъ горнаго промысла, сильно упала и въ настоящее тонна сѣры стоитъ 56 марокъ, вмѣсто 120 марокъ, какъ это было въ 1874 году. Благодаря такому паденію цѣнъ разработка мѣсторожденій сѣры становится уже невыгодною, тѣмъ болѣе, что мѣсторожденія распредѣлены между многими мелкими промышленниками и какъ добыча сѣры, такъ равно и выплавка ея не находятся на должной высотѣ. На многихъ рудникахъ практикуется еще переноска добытаго матеріала въ мѣшкахъ, на многихъ изъ нихъ нѣтъ правильнаго плана разработки и въ мѣсторожденіи остается много полезнаго ископаемаго, что значительно удорожаетъ стоимость добычи и, уменьшая прибыль предпринимателей, заставляетъ многихъ изъ нихъ сокращать добычу. Благодаря такому сокращенію добычи сѣры, масса рабочихъ остается безъ мѣста и у всѣхъ еще на памяти грандіозные безпорядки въ Сициліи, когда около 33 000 рабочихъ, недовольныхъ пониженіемъ заработной платы, произвели бунтъ, причинившій итальянскому правительству не мало хлопотъ и потребовавшій для своего усмиренія вмѣшательства войскъ. Мѣсторожденія сѣры расположены въ Сициліи на южномъ склонѣ хребта, пересѣкающаго островъ въ направленіи отъ Мессины, на сѣверо-востокъ къ Марсели на западномъ его берегу. Мѣсторожденіе представляетъ собою свиту пластовъ третичной системы, заключающихъ сѣру въ смѣси съ известнякомъ и гипсомъ. Самородная сѣра окрашена въ бурый цвѣтъ. Руда, содержащая 8% сѣры, считается заслуживающею разработки; среднее содержаніе составляетъ около 20%, а руда, съ содержаніемъ 40% сѣры, считается уже весьма хорошею. Потребленіе сѣры весьма разнообразно. Значительное количество ея расходуется во Франціи, въ дѣлѣ разведенія виноградниковъ. Въ Америкѣ сѣра идетъ по преимуществу на приготовленіе сѣрной кислоты. Производство пороха и пиротехническое дѣло требуютъ значительныхъ количествъ сѣры. Сѣра потребляется также для вулканизаціи каучука и для приготовленія сѣроуглерода, нашедшаго себѣ большое примѣненіе въ техникѣ, благодаря своей способности растворять сѣру, фосфоръ, жиры и смолы.

Кромѣ мѣсторожденій въ породахъ осадочныхъ, сѣра залегаетъ иногда въ отложеніяхъ современныхъ вулкановъ, къ числу которыхъ относятся, напримѣръ, извѣстныя залежи сѣры въ отложеніяхъ вулкана Попокате-

петль въ Мексикѣ. Къ числу этихъ мѣсторожденій принадлежитъ и недавно открытое мѣсторожденіе, залегающее среди отложеній одного изъ нынѣ дѣйствующихъ вулкановъ на восточномъ берегу острова Танна, принадлежащаго къ группѣ Гебридскихъ островов. Разработка этого мѣсторожденія будетъ имѣть большое значеніе для промышленности тихоокеанскаго побережья Южной Америки, Австраліи и Новой Зеландіи.

Здѣсь же будетъ умѣстно упомянуть о томъ, что значительное количество сѣры добывается по способу, предложенному Шаффнеромъ изъ остатковъ содоваго производства.

Для техническаго приготовленія различныхъ мышьяковистыхъ соединеній, употребляются, главнѣйше, реальгаръ, аурипигментъ и мышьяковый колчеданъ, какъ наиболѣе распространенные изъ минераловъ, содержащихъ мышьякъ въ своемъ составѣ; лишь въ небольшомъ количествѣ, примѣняется для этой цѣли самородный мышьякъ, сравнительно рѣдко встрѣчающійся въ природѣ. Два первые минерала — по составу сѣрнистыя соединенія мышьяка принадлежатъ къ числу красивѣйшихъ представителей минеральнаго царства, образуя прекрасные кристаллы, окрашенные у аурипигмента — въ померанцево-желтый, а реальгара въ свѣтло-красный цвѣта. Оба минерала легко царапаются ногтемъ, плавятся въ пламени обыкновенной свѣчи и горятъ въ немъ, распространяя непріятный чесночный запахъ. Мышьяковый колчеданъ, по составу соединеніе желѣза съ сѣрою и мышьякомъ, представляетъ собою минералъ серебряно-бѣлаго цвѣта, весьма похожій по цвѣту и блеску на шпеисовый кобальтъ и бѣлый никкелевый колчеданъ. Приготовленіе мышьяковистыхъ продуктовъ развито въ Фрейбергѣ и въ Рейхенштейнѣ — въ Силезіи, а равно и близъ Бовизы въ Италіи.


237. Шестватый сурьмянный блескъ изъ Японіи.

Въ природѣ имѣется только одинъ минералъ, содержащій сурьму — это сурьмянный блескъ, представляющій по составу соединеніе сурьмы съ сѣрою и встрѣчающійся нерѣдко въ видѣ прекрасныхъ призматическихъ кристалловъ сѣраго цвѣта, группа которыхъ представлена на фиг. 237. Мѣсторожденіями сурьмяннаго блеска, изъ котораго возгонкою получается металлическая сурьма, богаты нѣкоторыя части Франціи, Японіи и Новаго Южнаго Валиса. За послѣднее время міровая производительность сурьмы составляла 12—15 тысячъ тоннъ ежегодно, причемъ цѣна 1 тонны колеблется въ широкихъ предѣлахъ отъ 600 до 1560 марокъ.

Сурьма примѣняется въ техникѣ для приготовленія различныхъ сплавовъ, объ одномъ изъ которыхъ, извѣстномъ подъ именемъ абштриховаго свинца (Hurtblei), содержащаго до 20% сурьмы и получаемаго проплавкою абштриха [1], было уже говорено выше въ статьѣ о добычѣ свинцовыхъ рудъ.

Мѣсторожденія ртутныхъ рудъ въ Россіи были открыты въ 1877 году горнымъ инженеромъ А. Миненковымъ въ 4-хъ верстахъ къ западу отъ станціи Никитовка, Донецкой каменноугольной дороги. Съ конца 1870-хъ гг.

[1] Одинъ изъ побочныхъ продуктовъ, получающихся при выплавкѣ свинца изъ рудъ.

данное мѣсторожденіе начало разрабатываться горнымъ инженеромъ А. А. Ауэрбахомъ и былъ построенъ заводъ для перегонки металлической ртути. Начиная съ того времени, добыча ртути развивалась весьма быстро и въ 1896 году на данномъ[1] мѣсторожденіи было получено около 5 201 440 пуд. руды, изъ которой извлечено 30 004 пуда ртути, и въ означенномъ году Россія по добычѣ ртути занимала 4-е мѣсто среди другихъ государствъ, слѣдуя непосредственно за Испаніей — 92 000 пуд. Сѣверо-Американскими Соединенными Штатами — 70 211 пуд. и Австріей — 34 000 пуд. По своему строенію данное мѣсторожденіе представляетъ пластъ песчаника, образующій три куполообразныя складки, прорѣзанный трещинами, проникнутыми обильными выдѣленіями *киновари, ярко-краснаго* вермильона, сурьмянаго блеска, сѣрнаго колчедана и другихъ минераловъ. Тотъ фактъ, что включенія киновари сосредоточиваются, главнѣйше, въ трещинахъ, показываетъ, что киноварь выдѣлялась изъ растворовъ ртутныхъ солей, протекавшихъ по трещинамъ.

О добычѣ свинца въ Россіи было уже сказано въ главѣ о добычѣ серебра, здѣсь же намъ остается только сказать нѣсколько словъ о добычѣ олова, цинка, марганца и нѣкоторыхъ другихъ металловъ.

Олово получается въ Россіи только на одномъ питкарантскомъ заводѣ, гдѣ проплавляется оловянный камень, добываемый на питкарантскомъ рудникѣ вмѣстѣ съ рудами мѣди и другихъ металловъ. Мѣсторожденія оловянныхъ рудъ въ Адунъ *Чилонскомъ кряжѣ до сихъ* поръ еще не разрабатываются и добыча олова въ Россіи — весьма незначительна и въ 1896 году составляла всего 119 пудовъ.

Цинковыя руды добываются въ Кѣлецкой губерніи и проплавляются на двухъ цинковыхъ заводахъ въ Петроковской губерніи. Въ 1897 г. всего было добыто около 2 118 000 пуд. руды, въ плавку на заводахъ поступило 3 328 000 пуд. руды и остатковъ отъ предыдущихъ операцій и получено около 358 000 пуд. металлическаго цинка.

По добычѣ марганцовыхъ рудъ Россіи принадлежитъ первое мѣсто среди всѣхъ государствъ земного шара. Въ 1896 г. было добыто всего около 12 700 000 пуд., большая часть которыхъ получена изъ кавказскихъ мѣсторожденій *Кутаисской губерніи* — 9 942 000 пуд.; далѣе въ Екатеринославской губерніи — 2 287 000 пуд. и на Уралѣ — около 168 000 пуд. Почти вся добываемая на Уралѣ руда и часть руды Екатеринославской губерніи проплавляется на мѣстныхъ заводахъ для полученія марганцовистаго чугуна. Почти же вся руда, добываемая на Кавказѣ и часть руды изъ мѣсторожденій Екатеринославской губерніи отправляется за границу въ сыромъ видѣ. Россіи же принадлежитъ первое мѣсто и по добычѣ хромистаго желѣзняка, котораго было добыто въ 1896 году — 1 283 000 пуд., между тѣмъ какъ общая добыча этаго продукта на всемъ земномъ шарѣ составляла въ означенномъ году около 3 000 000 пудовъ. Мѣсторожденія хромистаго желѣзняка сосредоточиваются главнѣйше въ Южномъ Уралѣ, гдѣ онъ образуетъ залежи среди *осадочныхъ отложеній* различнаго возраста. Самородная сѣра добывается въ Россіи на Кавказѣ и въ Ферганской области и въ 1896 г. было добыто около 147 000 пуд. сѣрной руды и получено около 26 694 черенковой сѣры.

Сѣрный колчеданъ, добыча котораго производится въ 2-хъ самостоятельныхъ копяхъ на Уралѣ и попутно при добычѣ угля въ 4-хъ копяхъ подмосковнаго бассейна, идутъ на химическіе заводы главнѣйше для приготовленія изъ нихъ сѣрной кислоты.

---

[1] Пока единственномъ въ Россіи, не считая Дагестанскаго мѣсторожденія, разработка котораго находится въ зачаточномъ состояніи.

Механическая обработка руд.

Руды, добываемыя изъ нѣдръ земли, лишь въ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ поступаютъ непосредственно въ плавку. Обыкновенно количество содержащагося въ нихъ металла бываетъ такъ мало, что стоимость его не въ состояніи окупить расходы на проплавку значительныхъ массъ руды.

Такія, бѣдныя содержаніемъ полезнаго ископаемаго руды подвергаютъ цѣлому ряду предварительныхъ операцій, имѣющихъ цѣлью выдѣлить большую часть пустой породы и сконцентрировать содержащееся въ нихъ ископаемое въ меньшей массѣ руды.

Совокупность всѣхъ этихъ операцій называется обогащеніемъ, такъ какъ при этомъ руда обогащается содержаніемъ полезнаго ископаемаго за счетъ выдѣленія пустой породы. Самое отдѣленіе пустой породы и различныхъ примѣсей происходитъ чисто механическимъ путемъ безъ участія какихъ либо химическихъ реакцій, почему совокупность указанныхъ операцій называется также механическою обработкою рудъ.

Современное положеніе металлургическихъ знаній даетъ, напримѣръ, возможность извлекать съ выгодою золото изъ рудъ, содержащихъ около 10 гр. на 1 тонну (0,001%) и серебро изъ рудъ съ содержаніемъ 0,06%, означенныя руды могутъ поэтому идти непосредственно въ плавку; руды же, болѣе бѣдныя, должны быть предварительно обогащаемы. Точно также ртуть можетъ *быть съ выгодою извлекаема заводскимъ* путемъ только изъ рудъ съ содержаніемъ 0,25%, всѣ же болѣе бѣдныя руды поступаютъ въ предварительную обработку. Руды другихъ металловъ: желѣза, свинца и цинка должны содержать значительно больше металла, чтобы сдѣлать плавку ихъ экономически выгодною. Кромѣ процентнаго содержанія полезнаго ископаемаго для успѣшнаго и выгоднаго веденія плавки большое значеніе имѣетъ составъ рудъ. Такъ, напримѣръ: мы имѣемъ возможность извлечь заводскимъ путемъ золото, серебро и свинецъ, или свинецъ, серебро и мѣдь изъ рудъ, содержащихъ смѣсь названныхъ металловъ, но металлургія не даетъ намъ возможности получить отдѣльно свинецъ и цинкъ совмѣстною плавкою рудъ этихъ металловъ.

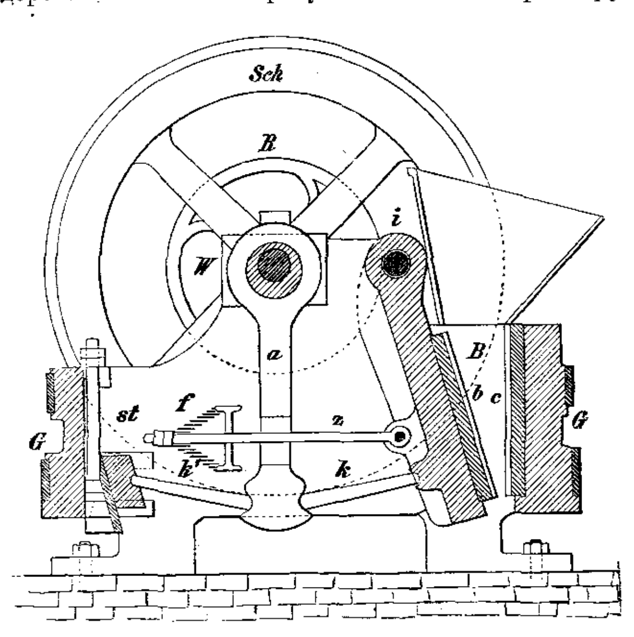
Такія руды *должны быть до плавки хорошо* раздѣлены на возможно чистыя свинцовыя и цинковыя руды, причемъ часть цинка, заключающаяся въ рудахъ первой категоріи, теряется при плавкѣ, а небольшая уже примѣсь свинца къ цинковымъ рудамъ сильно затрудняетъ полученіе изъ нихъ металлическаго цинка, какъ затрудняетъ, напримѣръ, примѣсь сурьмы извлеченіе золота изъ рудъ этого металла.

Составъ пустой породы также имѣетъ значеніе для плавки. Такъ, присутствіе кварца, какъ минерала трудноплавкаго, затрудняетъ, а присутствіе плавиковаго шпата, наоборотъ, облегчаетъ плавку, почему заводы цѣнятъ, напримѣръ, свинцовыя руды съ примѣсью плавиковаго шпата дороже рудъ кварцевыхъ, даже при одномъ и томъ же содержаніи полезнаго ископаемаго въ нихъ.

Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ приходитъ на помощь механическая обработка рудъ и мы можемъ смѣло сказать, что только ей обязаны своимъ существованіемъ многіе рудники, на которыхъ добываются исключительно убогія руды.

Смотря по тому, примѣняется ли при данномъ процессѣ вода или нѣтъ, различаютъ два главныхъ типа обогащенія, или механической обработки: обработка сухимъ и мокрымъ путемъ. Къ нимъ иногда присоединяется обработка магнитомъ, а равно и другіе способы, основанные на раздѣленіи рудъ подъ вліяніемъ центробѣжной силы, или въ воздушной струѣ. Всѣ эти процессы сопровождаются измельчаніемъ рудъ.

Сухая обработка рудъ заключается обыкновенно въ ручной сортировкѣ кусковъ руды отъ пустой породы. Куски, состоящіе изъ тѣсно сросшихся между собою рудъ различныхъ металловъ, или руды и пустой породы разбиваются молотомъ, причемъ подростки, занимающіеся этимъ, пріобрѣтаютъ большой навыкъ въ работѣ и пріучаются давать ударамъ надлежащее направленіе, чтобы отдѣлить руду отъ пустой породы. Ручная сортировка рудъ стоитъ дорого и примѣняется только въ тѣхъ случаяхъ, когда мы имѣемъ дѣло съ такъ называемою сливною рудою, т. е. съ кусками сплошной руды, величиною съ кулакъ, или съ богатыми включеніями драгоцѣнныхъ рудъ. Для рудъ дешевыхъ и мелко вкрапленныхъ она становится слишкомъ дорогою, такъ какъ требуетъ большой затраты ручного труда. Куски руды передъ сортировкою обмываются на рѣшетахъ, дабы очистить поверхность отъ рудничной грязи и облегчить сортировку.



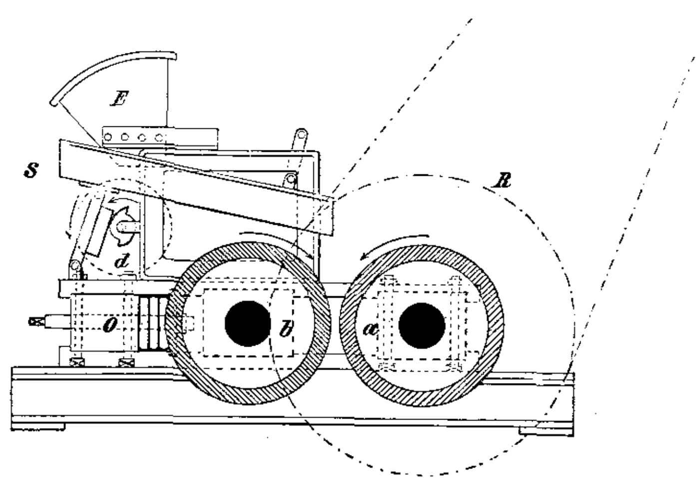
238. **Дробилка для рудъ.**

Измельченіе очень крупныхъ кусковъ руды производилось ранѣе почти исключительно въ ручную. Въ 1858 году американцемъ Блеккомъ былъ изобрѣтенъ для этой цѣли особый приборъ, названный въ честь изобрѣтателя дробилкой Блекка, одно изъ устройствъ которой представлено на фиг. 238 въ продольномъ разрѣзѣ. Дробилка состоитъ изъ подвижной щеки *b*, качающейся на оси *i* и получающей движеніе отъ вала *W*, помощью эксцентрика *a* и тягъ *k*. Клиномъ *st* регулируется ширина щели между подвижной *b* и неподвижной *c* щеками и, слѣдовательно, степень измельченія попадающаго въ дробилку матеріала; пружина *f* служитъ для оттягиванія щеки дробилки при обратномъ движеніи эксцентрика; вращеніе передается валу *W* помощью шкива *R*, а надлежащая равномѣрность хода достигается насаженнымъ на валъ *W* маховикомъ *Sch*. Измельчаемый матеріалъ поступаетъ въ дробилку сверху и по мѣрѣ своего измельченія вываливается наружу черезъ щель между щеками. Рабочія части щекъ сдѣланы изъ твердой стали и, иногда, снабжаются ребрами. Весь механизмъ покоится въ массивной чугунной станинѣ *G*, стянутой желѣзными кольцами. Въ сутки такая дробилка можетъ измельчить отъ 8 до 10 куб. метровъ штуфной руды болѣе человѣческой головы величиною на куски въ 5 сантиметровъ діаметромъ, причемъ затрачивается отъ 12 до 15 лошадиныхъ силъ.

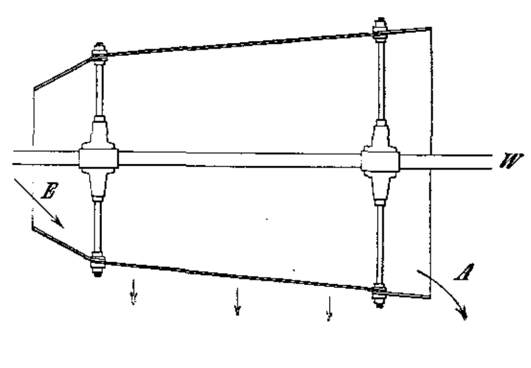
Получающаяся уже при добычѣ рудная мелочь, состоящая изъ кусковъ въ 3—4 сантиметра діаметромъ и крупные куски руды тонко вкрапленной, послѣ надлежащаго измельченія ихъ поступаютъ въ обработку мокрымъ путемъ, при которой руда *раздѣляется въ струѣ воды по удѣльному вѣсу* составляющихъ ее минераловъ.

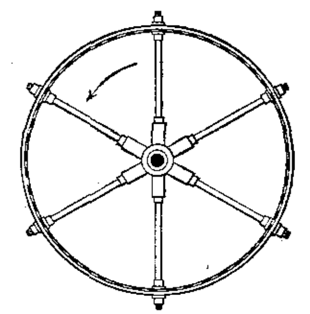
Примѣняемые при этомъ приборы дѣйствуютъ автоматически и непрерывно, будучи разъ пущены въ ходъ.

Общій ходъ обработки мокрымъ путемъ заключается обыкновенно въ слѣдующемъ: сначала мелочь сортируютъ на грохотахъ различнаго устройства, *которые пропускаютъ* черезъ себя куски меньшіе 10—15 миллиметровъ и задерживаютъ всю остальную руду, поступающую въ измельченіе на дробильныхъ валкахъ. Матеріалъ, прошедшій черезъ грохота вмѣстѣ съ измельченнымъ на валкахъ и пропущенныхъ черезъ тѣ же грохота болѣе крупнымъ матеріаломъ, поступаетъ на отсадочныя рѣшета, гдѣ онъ раздѣляется по удѣльному вѣсу. Продуктами такого раздѣленія являются обыкновенно небольшія, сравнительно, количества чистой руды, годной для плавки, пустой породы, поступающей въ отвалъ и значительное количество промежуточнаго продукта, состоящаго изъ кусковъ породы съ мелкими включеніями руды. Дабы отдѣлить породу отъ руды въ этомъ промежуточномъ продуктѣ, его подвергаютъ вторичной обработкѣ. Сначала его дробятъ подъ толчеями или бѣгунами до тѣхъ поръ, пока не получатъ зеренъ въ 1,5—2 мм. діаметромъ, состоящихъ каждое изъ одного какого либо минерала, послѣ чего измельченный матеріалъ поступаетъ въ обработку на гердахъ, гдѣ онъ раздѣляется по удѣльному вѣсу и слѣдовательно по минералогическому своему составу. Отсадка на рѣшетахъ и обработка тонкихъ сортовъ на гердахъ приводятъ къ цѣли въ тѣхъ случаяхъ, когда мы имѣемъ дѣло со смѣсью минераловъ, значительно отличающихся другъ отъ друга по удѣльному вѣсу. Если этого нѣтъ, то для болѣе совершеннаго отдѣленія пользуются обработкой магнитомъ, дѣйствіемъ центробѣжной силы или воздушной струи.



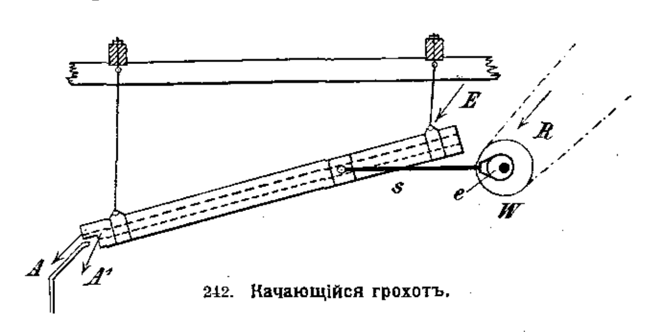
239. Дробильные валки.



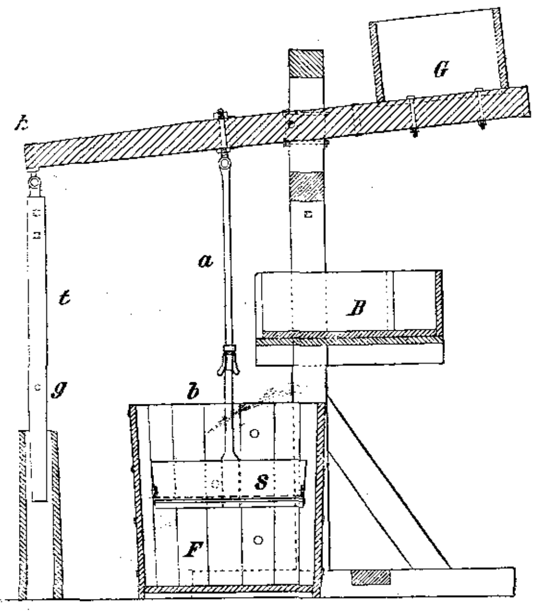

240 и 241. Цилиндрическій грохотъ.

Различныя устройства на обогатительныхъ фабрикахъ располагаются обыкновенно этажами. Обрабатываемый матеріалъ поднимается сначала на верхній этажъ и проходитъ весь рядъ приборовъ, опускаясь. Тонкія зерна смѣшиваются при этомъ съ водою и переносятся ею въ видѣ мути.

Дробильные валки (фиг. 239) представляютъ собою два валка, которымъ, помощью зубчатой передачи, сообщается быстрое вращеніе въ сторону, показанную стрѣлками. Измельчаемый матеріалъ изъ воронки E поступаетъ на желобъ S и оттуда на валки, раздавливается ими и проходитъ внизъ. Желобъ S получаетъ качательное движеніе отъ привода d, вслѣдствіе чего матеріалъ не можетъ застревать на немъ. Ось одного изъ валковъ дѣлается *подвижною и валокъ прижимается* къ другому гуттаперчевымъ буферомъ O. Если, случайно, между валками попадаетъ кусокъ твердаго минерала, раздавить который они не въ состояніи, валки раздвигаются и пропускаютъ кусокъ. Ободья валковъ дѣлаются изъ твердаго чугуна или стали и, несмотря на это, изнашиваются довольно быстро.



242. Качающійся грохотъ.



243. Ручное отсадочное рѣшето.

Измельченный матеріалъ долженъ быть до отсадки на рѣшетахъ отсортированъ по крупности кусковъ, такъ какъ самое раздѣленіе на рѣшетахъ основано на томъ, что изъ смѣси зеренъ примѣрно одинаковыхъ размѣровъ, зерна болѣе *тяжелыя* скорѣе падаютъ въ водѣ и осѣдаютъ на днѣ сосуда, зерна же болѣе легкія сносятся горизонтальною струею воды.

Для сортировки по крупности зерна примѣнялись въ началѣ почти исключительно цилиндрическіе грохота (фиг. 240 и 241), которые предпочитались за ихъ спокойный ровный ходъ. Въ настоящее время для этой цѣли примѣняются часто качающіеся грохота (см. фиг. 242), состоящіе изъ нѣсколькихъ рѣшетъ, помѣщенныхъ въ одной общей рамѣ. Рама подвѣшена на тягахъ и помощью эксцентрика e и штанги s приводится въ быстрое качательное движеніе, дѣлая до 200 качаній въ минуту.

Обрабатываемый матеріалъ поступаетъ на верхній конецъ верхняго рѣшета, скатывается по этому рѣшету внизъ, причемъ куски болѣе мелкіе, нежели отверстія рѣшета, проваливаются сквозь эти послѣднія, куски же болѣе крупные задерживаются рѣшетомъ и по особому желобу поступаютъ въ отдѣленіе A. На второмъ рѣшетѣ происходитъ та же сортировка и, предполагая,

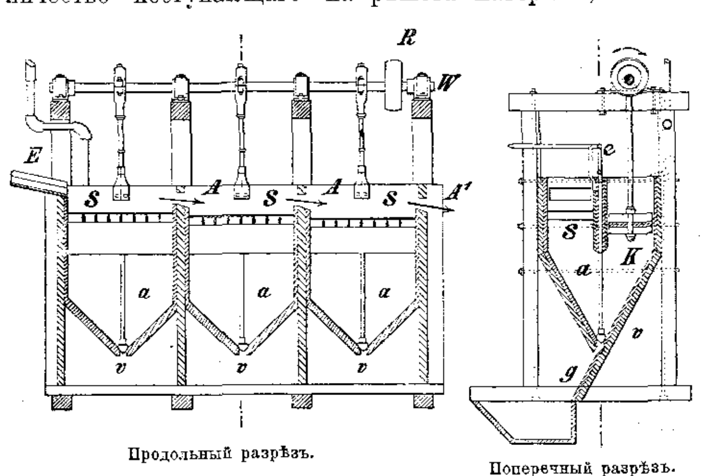
что въ грохотѣ фиг. 242 имѣется два рѣшета съ отверстіями въ 10 и 5 миллиметровъ, мы раздѣлимъ весь матеріалъ на три сорта: 1) крупнѣе 10 миллиметр. въ отдѣленіи *A*, 2) отъ 5 до 10 миллиметр. — въ *B*, и 3) менѣе 5 миллиметровъ, который особымъ жолобомъ отводится въ третье отдѣленіе. Обыкновенно послѣдній сортъ поступаетъ на другой грохотъ съ отверстіями въ 2 миллиметра и зерна, прошедшія черезъ этотъ послѣдній, поступаютъ въ обработку на гердахъ, зерна, же задерживаемыя имъ, отъ 2 до 2 мм. величиною въ отсадку на рѣшетахъ для мелкихъ сортовъ.

Дѣйствіе отсадочныхъ рѣшетъ легче всего прослѣдить на ручномъ рѣшетѣ (см. фиг. 243), представляющемъ собою обыкновенное рѣшето *S*, приводимое въ быстрое качательное движеніе въ сосудѣ съ водою *F*. Для успѣха отсадки опусканіе рѣшета должно быть возможно болѣе быстрымъ, а подъемъ медленнымъ. При опусканіи рѣшета зерна обрабатываемаго на немъ матеріала на нѣкоторое время всплываютъ въ водѣ, послѣ чего они падаютъ на дно, причемъ зерна, обладающія большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, нѣсколько опережаютъ зерна болѣе легкія, вслѣдствіе чего смѣсь нѣсколько раздѣляется по удѣльному вѣсу. Съ каждымъ качаніемъ такое раздѣленіе становится болѣе и болѣе совершеннымъ и въ концѣ операціи мы будемъ имѣть на верху слой болѣе легкихъ зеренъ, въ срединѣ слой средній по удѣльному вѣсу и внизу слой тяжелыхъ зеренъ (въ случаѣ напримѣръ кварца — съ удѣльнымъ вѣсомъ 2,6, сѣрнаго колчедана — 5,0 и свинцоваго блеска 7,5 они распредѣлятся въ указанномъ порядкѣ). На (фиг. 243) — рѣшето *S* помощью дуги *b* и тяги *a* подвѣшивается къ коромыслу, на одномъ концѣ котораго укрѣпленъ противовѣсъ *G* для уравновѣшенія рѣшета, а на другомъ штанга *t* съ рукояткой. *B* — нолокъ, на которомъ находится обрабатываемый матеріалъ.

Отсадкою на рѣшетахъ достигается раздѣленіе по минералогическому составу только такихъ рудъ, отдѣльныя зерна которыхъ состоятъ изъ одного какого либо минерала. Въ дѣйствительности мы обыкновенно имѣемъ дѣло съ рудами, тонко вкрапленными, зерна которыхъ состоятъ изъ пустой породы съ разсѣянными въ ней тонкими включеніями оруденѣлаго вещества. Если, напримѣръ, такою породой будетъ служить кварцъ съ включеніями свинцоваго блеска, то общій удѣльный вѣсъ такого куска, будучи среднимъ между удѣльнымъ вѣсомъ кварца и свинцоваго блеска, будетъ близко подходить къ удѣльному вѣсу колчедана. При отсадкѣ руды указаннаго состава мы поэтому наверху и внизу получимъ слой чистаго кварца, поступающаго въ отвалъ и свинцоваго блеска, годнаго въ плавку, въ промежуткѣ же между ними слои промежуточныхъ продуктовъ, состоящихъ изъ смѣси всѣхъ трехъ минераловъ, причемъ въ верхнихъ слояхъ будутъ преобладать зерна кварца, бѣдныя включеніемъ рудъ, а внизу зерна, богатыя свинцовымъ блескомъ. Вотъ эти то промежуточные продукты и нуждаются въ дальнѣйшемъ измельченіи, чтобы сдѣлать включенія отдѣльныхъ минераловъ свободными другъ отъ друга и въ обработкѣ на гердахъ, для ихъ раздѣленія.

Обработка на ручныхъ рѣшетахъ примѣняется въ настоящее время, сравнительно, рѣдко, такъ какъ она стоитъ дорого по причинѣ большой затраты ручной силы и отличается малою производительностью, вслѣдствіе необходимости прерывать работу каждый разъ, когда отсадка данной порціи руды закончилась и можно приступить къ снятію слоевъ. На современныхъ большихъ фабрикахъ для обогащенія рудъ и угля примѣняются исключительно механическія рѣшета, дѣйствующія автоматически и требующія крайне незначительнаго за собою ухода. Рѣшета, примѣняемыя для обогащенія угля, имѣютъ обыкновенно слѣдующее устройство (см. фиг. 244 и 245). Въ отсадочномъ ящикѣ, имѣющемъ въ поперечномъ сѣченіи *U* — образную форму и раздѣленномъ перегородкою, находится въ одной половинѣ рѣшето *S*, укрѣп-

ленное неподвижно, а въ другой движется помощью эксцентрика, насаженнаго на валъ W поршень K. При опусканіи поршень гонитъ воду подъ рѣшето, струя воды поднимаетъ находящійся на немъ матеріалъ, причемъ зерна болѣе легкія увлекаются дальше зеренъ болѣе тяжелыхъ. Во время наступающихъ затѣмъ періода покоя и нисходящей струи, при обратномъ движеніи поршня, зерна снова падаютъ на дно, причемъ зерна болѣе тяжелыя опережаютъ въ своемъ движеніи болѣе легкія и занимаютъ нижній слой на рѣшетѣ. Обрабатываемый матеріалъ въ смѣси съ водою поступаетъ на рѣшето по жолобу E, которымъ и распредѣляется равномѣрно по всей поверхности рѣшета. Получающаяся при этомъ горизонтальная струя воды сноситъ болѣе легкія зерна черезъ норогъ на второе рѣшето S (черт. 244), помѣщенное нѣсколько ниже, оттуда на третье и т. д. Размѣры рѣшетъ, высота подъема поршня, число подъемовъ въ минуту, количество поступающаго на рѣшета матеріала, количество воды и высота пороговъ пропорціонируются сообразно съ свойствами матеріала и составомъ продукта, который желаютъ получить на каждомъ рѣшетѣ. Въ нашемъ случаѣ рѣшетъ взято три, изъ которыхъ на первомъ получается тяжелый свинцовый блескъ, на второмъ болѣе тяжелые промежуточные продукты, на третьемъ тѣ же продукты, но болѣе легкіе, съ большимъ содержаніемъ кварца, чистый же кварцъ сносится струею воды съ послѣдняго рѣшета и поступаетъ въ отвалъ.



Продольный разрѣзъ.

Поперечный разрѣзъ.

244 и 245. **Отсадочное рѣшето съ тремя отдѣленіями.**

Для спуска обогащеннаго продукта, не прерывая дѣйствія рѣшетъ, примѣняются два способа — выносъ черезъ щель и черезъ зерна постели. Въ первомъ случаѣ обработанный матеріалъ черезъ узкую щель, помѣщенную надъ рѣшетомъ, попадаетъ въ придѣланный сбоку жолобъ g и передвигается по этому послѣднему помощью архимедова винта.

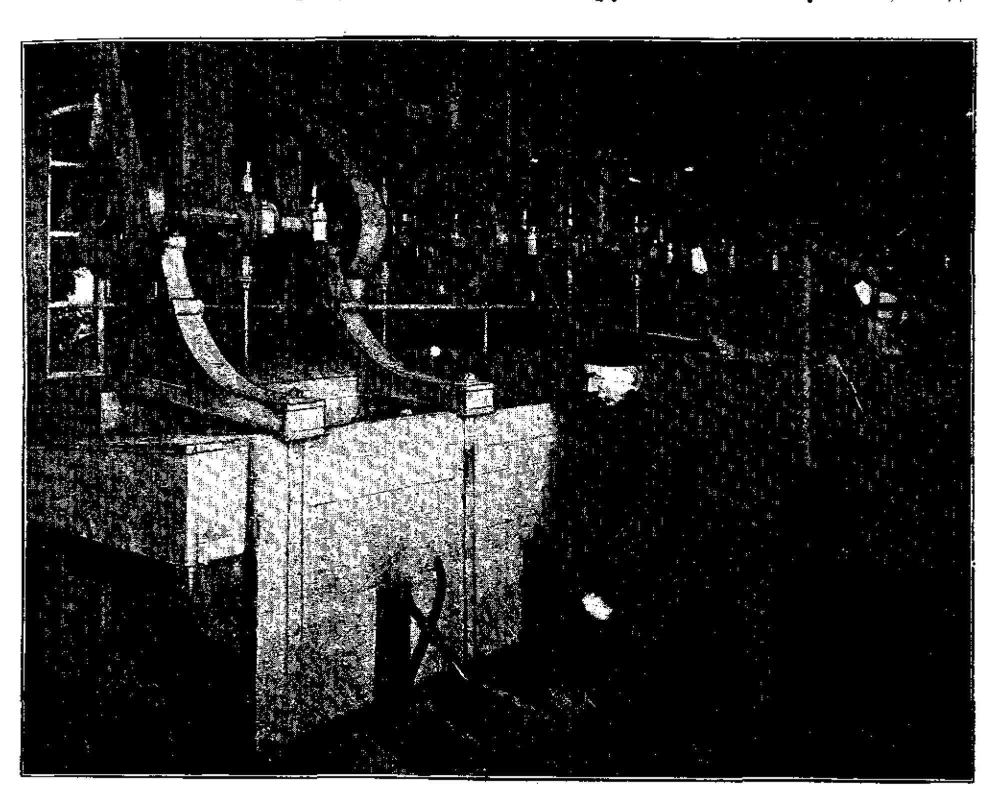
Рѣшета съ постелью примѣняются для обработки тонкихъ сортовъ руды и угля. Отверстія рѣшета дѣлаются при этомъ больше діаметра зеренъ обрабатываемаго матеріала. На рѣшето кладется слой болѣе крупныхъ зеренъ минерала средняго по своему удѣльному вѣсу, между зернами раздѣляемаго на данномъ рѣшетѣ матеріала. Когда зерна болѣе тяжелаго минерала достигаютъ указаннаго слоя болѣе крупныхъ зеренъ, называемаго здѣсь постелью, онѣ проходятъ черезъ зазоры между этими зернами и черезъ отверстія рѣшета и падаютъ на дно ящика a, которое сдѣлано въ видѣ усѣченной пирамиды (см. фиг. 244 и 245) и снабжено отверстіемъ, закрываемымъ пробкою v. Время отъ времени рабочій, дѣйствуя за рукоятку e поднимаетъ пробку и спускаетъ накопившуюся на днѣ ящика муть въ жолобъ g, по которому она стекаетъ въ особые резервуары.

Осѣвшая здѣсь руда поднимается черпаками и въ вагонахъ доставляется къ запаснымъ магазинамъ.

На фиг. 246 представленъ въ перспективѣ рядъ такихъ рѣшетъ, причемъ изъ одного изъ нихъ производится выпускъ мути.

Вопросъ о томъ, какая часть богатыхъ промежуточныхъ продуктовъ можетъ быть непосредственно пущена въ плавку, рѣшается въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ по даннымъ химическаго анализа.

Бѣдные продукты, нуждающіеся въ дальнѣйшей обработкѣ, поступаютъ прежде всего въ болѣе тонкое измельченіе подъ толчеями или бѣгунами. Слѣдуетъ сказать, что такому измельченію подвергаются не только указанные промежуточные продукты, но также и руды въ тѣхъ случаяхъ, когда

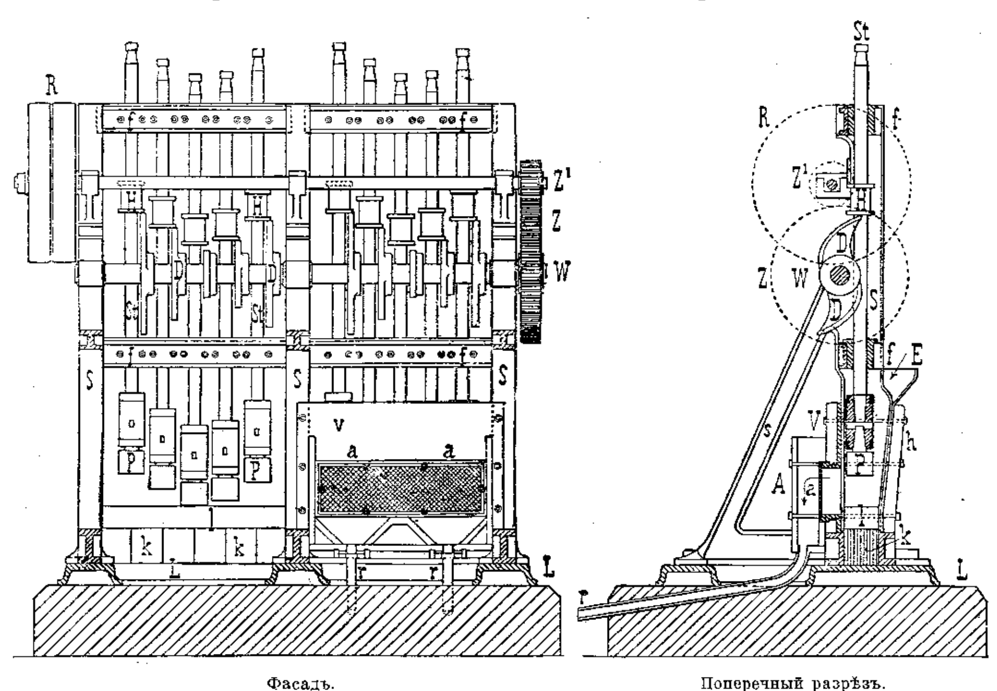


246. **Рядъ отсадочныхъ рѣшетъ центральной обогатительной фабрики рудника Химмельфартъ во Фрейбергѣ.**

полезное ископаемое представляется въ нихъ, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ рудахъ золота, тонко разсѣяннымъ въ массѣ окружающей породы. Также точно иногда приходится подвергать тонкому измельченію уже обогащенные продукты, не въ цѣляхъ дальнѣйшаго обогащенія ихъ, а для облегченія различныхъ заводскихъ процессовъ. За исключеніемъ того обстоятельства, что измельченіе въ этомъ послѣднемъ случаѣ производится безъ примѣси воды, оно ни по своимъ пріемамъ, ни по характеру примѣняемыхъ при этомъ приборовъ, не отличается отъ измельченія рудъ, съ цѣлью облегчить дальнѣйшее раздѣленіе послѣднихъ.

На фиг. 247 и 248 представлено одно изъ обыкновенныхъ толчейныхъ устройствъ, такъ называемая калифорнская толчея. Въ массивномъ толчейномъ ставѣ, составленномъ изъ основной рамы Z, стоекъ S съ подпорками помѣщены направляющія f для пестовъ, числомъ 5 въ каждомъ ставѣ. Подъ каждымъ пестомъ въ толчейномъ корытѣ находится массивная доска изъ твердаго

чугуна, покоющаяся на деревянныхъ брусьяхъ, поставленныхъ на торцы, дабы ослабить сотрясенія почвы при ударѣ пестовъ. Бойки пестовъ *P* сдѣланы такъ же изъ твердаго чугуна и подобно подовымъ доскамъ легко могутъ быть замѣнены новыми при изнашиваньи. На штанги *St* пестовъ надѣты муфты *H*, за которыя задѣваютъ кулаки *D* вала *W* получающаго вращеніе отъ шкива *k* помощью шестеренъ *Z* и Z^1. При подъемѣ, песты поворачиваются на нѣкоторый уголъ около своей оси, что способствуетъ болѣе равномѣрному истиранію ихъ бойковъ. Толчейное корыто каждаго става образовано стойками *s* и досками — передней *v* и задней *h*. Измельчаемый матеріалъ въ смѣси съ водою поступаетъ по жолобу *E* въ верхней части задней стѣнки. Въ передней стѣнкѣ вдѣлано сито *a*, съ отверстіями около 2 мил.,



Фасадъ. Поперечный разрѣзъ.

217 и 248. **Калифорнская толчея.**

и кромѣ того спереди придѣлана еще доска *A* образующая съ передней стѣнкой родъ жолоба. Вода въ корытѣ и жолобѣ остается на одной высотѣ, количество же уносимой мути регулируется размѣрами жолоба *r*.

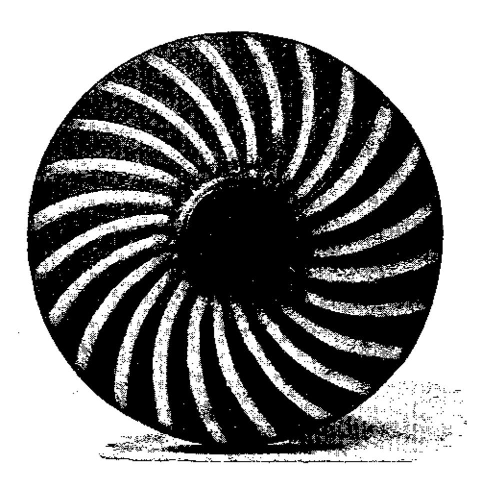
Не принимая въ разсчетъ простыхъ мельницъ, пользовавшихся съ давнихъ временъ и по нынѣ значительнымъ распространеніемъ на многихъ рудникахъ Южной Америки, мы можемъ сказать, что за послѣднее столѣтіе толчеи окончательно вытѣснили мельницы изъ обогатительныхъ фабрикъ. Лишь въ самое послѣднее время были предложены мельницы болѣе совершенной конструкціи, которыя начинаютъ находить примѣненіе на фабрикахъ для обогащенія рудъ. Изъ этихъ мельницъ отмѣтимъ прежде всего мельницы, построенныя по типу мукомольныхъ мельницъ (фиг. 249) и находящія себѣ примѣненіе при сухомъ измельченіи заводскихъ продуктовъ. Въ мельницѣ, представленной на этой фигурѣ — верхній жерновъ неподвиженъ, нижній же получаетъ быстрое вращательное движеніе отъ шкива *S* помощью зубчатки *z*. Оба жернова сдѣланы изъ твердаго чугуна и снабжены глубокими жолобами, которые задѣлываются дубовыми клиньями. Клинья изна-

шиваются всегда нѣсколько быстрѣе чугуна, вслѣдствіе чего жернова эти имѣютъ постоянно на своей поверхности углубленія (см. фиг. 250), которыя на обыкновенныхъ каменныхъ жерновахъ приходится время отъ времени насѣкать вновь. Измельчаемый матеріалъ засыпается въ воронку E и оттуда по центральному каналу, сдѣланному въ верхнемъ неподвижномъ жерновѣ, попадаетъ въ промежутокъ между жерновами, здѣсь истирается ими и, подвигаясь къ периферіи, попадаетъ въ кольцеобразный зазоръ между жерновами и стѣнками кожуха, скатывается на дно послѣдняго и по жолобу A поступаетъ на сито. Степень измельченія регулируется поднятіемъ и опусканіемъ подвижного жернова, для чего служитъ подъемное устройство st; количество же поступающаго на жерновъ матеріала регулируется устройствомъ m.



249. **Мельница системы Фрёбеля съ нижнимъ подвижнымъ жерновомъ.** Съ модели, сдѣланной въ мастерской Фрейбергской академіи.

Какъ другой примѣръ мельницъ, дѣйствующихъ истираніемъ, приводимъ здѣсь ядерную мельницу фирмы „Grusonwerk". Мельницы изготовляются фирмою нѣсколькихъ номеровъ, причемъ механизмы высшихъ номеровъ способны измельчить куски величиною съ кулакъ въ тончайшую пыль. Мельница (см. черт. 251 — продольный и 252 — поперечный разрѣзы) состоитъ изъ кожуха G, сдѣланнаго изъ тонкаго листового желѣза; внутри кожуха вращается на оси w барабанъ, поверхность котораго представляетъ два концентрическихъ сита — наружное d съ крайне тонкими отверстіями и внутреннее c съ отверстіями болѣе крупными. Внутри барабана имѣются плиты a изъ твердаго чугуна, на которыхъ перекатываются чугунные же шары K, истирающіе поступающій въ дробилку матеріалъ. Измельченный матеріалъ проваливается черезъ отверстія плитъ и, если онъ недостаточно мелокъ, чтобы пройти черезъ отверстія наружнаго сита, поступаетъ по прорѣзамъ g снова на плиты, гдѣ вновь истирается. Матеріалъ поступаетъ черезъ жолобъ E въ передней стѣнкѣ барабана; подача



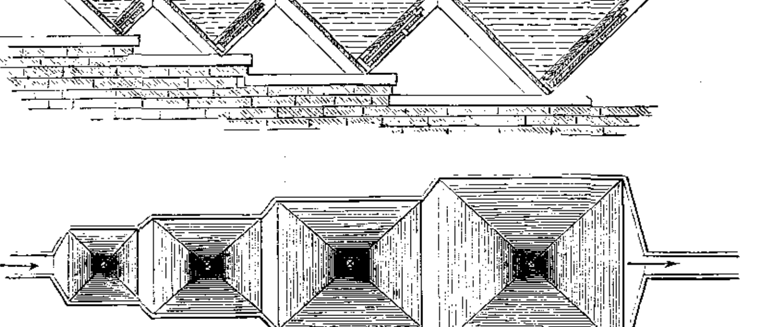
250. **Жерновъ къ мельницѣ Фрёбеля.**

регулируется улиткою t. Истертый матеріалъ собирается въ нижней части кожуха G и выпускается черезъ отверстіе A. Какъ сита, такъ и плиты легко могутъ быть замѣнены новыми, что необходимо въ виду довольно

Продольный разрѣзъ. Поперечный разрѣзъ.

251 и 252. **Ядерная мельница фирмы „Грузонверкъ".**

быстраго изнашиванія этихъ именно частей прибора. Согласно съ данными фирмы Grusonwerk одна дробилка описаннаго устройства можетъ, при затратѣ силы около 10 лошадей, измельчить въ часъ до 800 килогр. кварцевой руды.

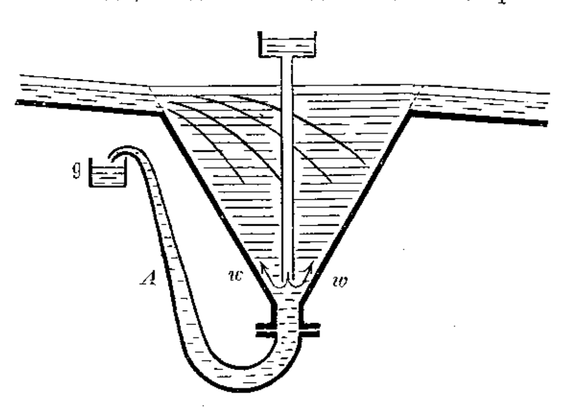


253 и 254. **Воронки Риттингера.** (Продольный и поперечный разрѣзы.)

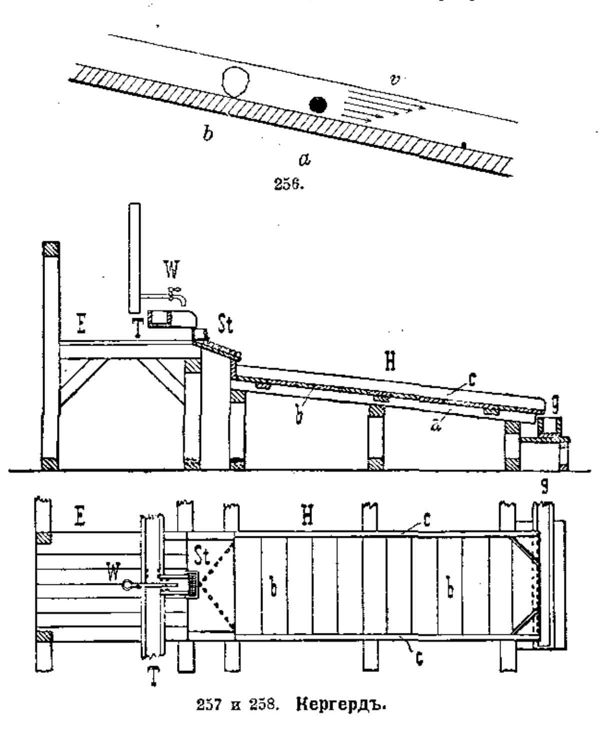
Какъ сказано выше измельченный на приборахъ и мельницахъ описаннаго устройства тонкій матеріалъ поступаетъ въ обработку на гердахъ. Обыкновенно этой операціи предшествуетъ еще раздѣленіе въ воронкахъ Ритингера по равнопадаемости зеренъ, что соотвѣтствуетъ сортировкѣ крупнаго матеріала на грохотахъ передъ отсадкою его на рѣшетахъ.

Воронки, или какъ ихъ называютъ шпицкастены, представляютъ собою рядъ деревянныхъ ящиковъ пирамидальной формы (фиг. 253 и 254) площадь

поперечнаго сѣченья которыхъ возрастаетъ по мѣрѣ удаленія отъ начала ряда. Внизу каждаго ящика имѣется отводная труба, для осѣвшей въ немъ мути. Муть поступаетъ на шпицкастены съ узкаго ихъ конца. По мѣрѣ удаленія отъ начала ряда уменьшается скорость движенія мути, вслѣдствіе чего зерна, бывшія взвѣшенными въ водѣ, осѣдаютъ на дно ящиковъ, причемъ въ началѣ ряда осѣдаютъ болѣе крупныя, а въ концѣ все болѣе и болѣе мелкія зерна. Осѣвшая муть черезъ прорѣзъ, какъ въ старыхъ, или по особой трубѣ, какъ въ приборахъ новаго устройства (см. фиг. 255) поступаетъ въ особый для каждаго ящика жолобъ g, по которому она отводится къ соотвѣтствующимъ гердамъ. Въ приборахъ новѣйшаго устройства устраиваютъ еще особую трубу (см. фиг. 255), по которой въ воронку поступаетъ чистая вода. Труба устраивается въ первыхъ воронкахъ и получающаяся при этомъ восходящая струя мѣшаетъ тонкой мути осѣсть на дно въ этихъ ящикахъ.



255. **Поперечный разрѣзъ воронки новаго устройства.**

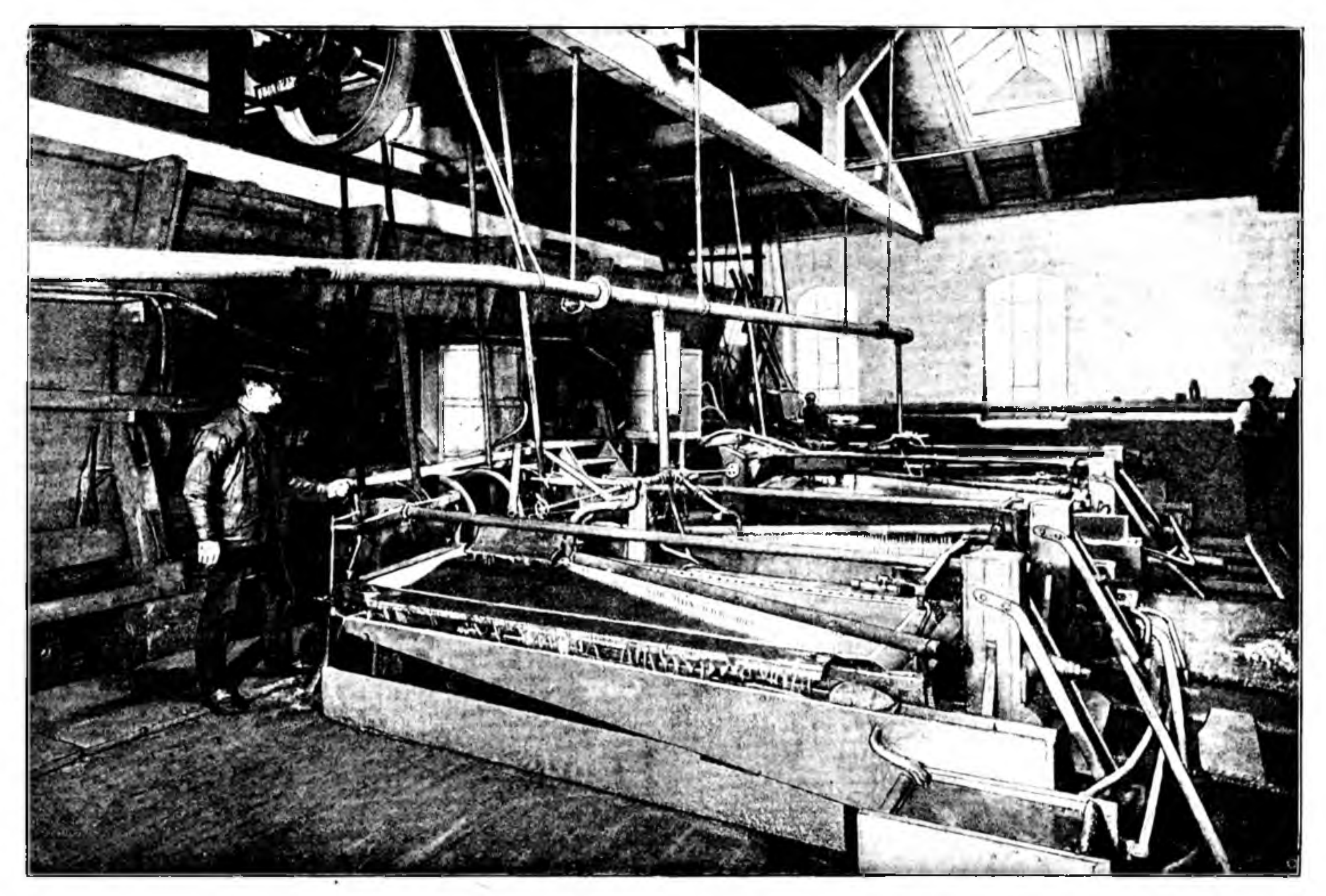


256.

257 и 258. **Кергердъ.**

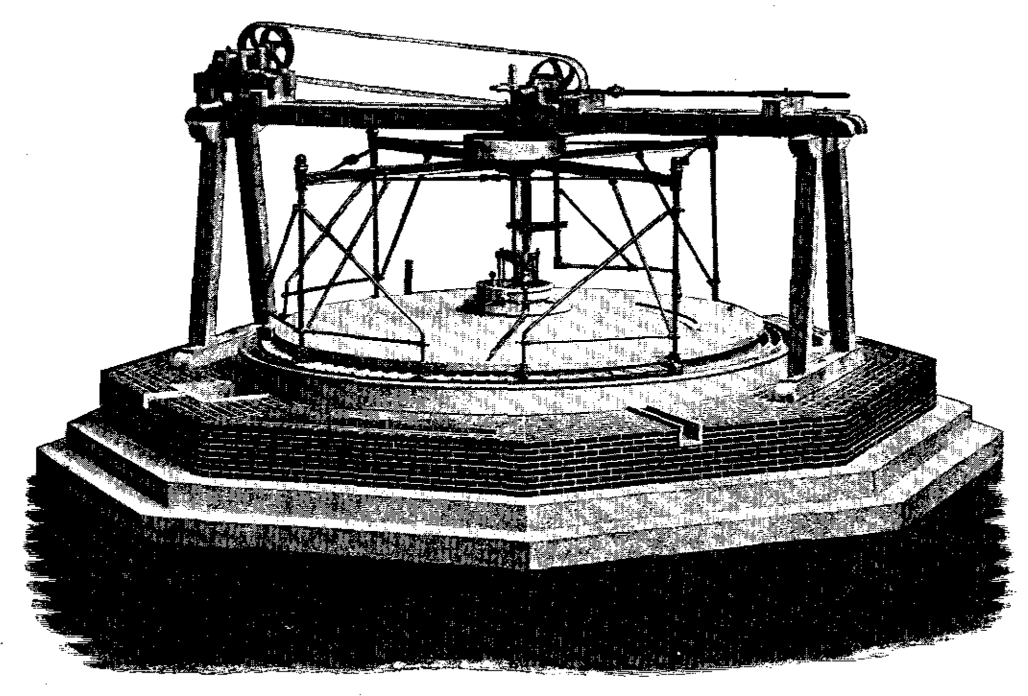
Дабы полнѣе уяснить дальнѣйшую обработку мути на гердахъ, замѣтимъ, что въ каждомъ ящикѣ осѣдаютъ такъ называемыя равнопадающія зерна, т. е. зерна, имѣющія одинаковую скорость паденія въ водѣ. Среди этихъ зеренъ будутъ находиться болѣе крупныя зерна удѣльно легкаго матеріала и болѣе мелкія зерна матеріала тяжелаго. Зерна, среднія по удѣльному вѣсу, будутъ имѣть и среднія между двумя первыми размѣры. Такъ, напримѣръ, при извѣстной скорости воды осядутъ въ первомъ ящикѣ зерна свинцоваго блеска въ $^1/_2$ мм. величиною, вмѣстѣ съ зернами кварца въ 2 мм., въ одномъ изъ слѣдующихъ ящиковъ зерна свинцоваго блеска въ 0,1 мм. и кварца въ 0,4 мм. Зерна колчедана — минерала средняго между кварцемъ и блескомъ по удѣльному вѣсу, будутъ имѣть и среднія между указанными размѣры.

Процессъ обработки сортированной мути на гердахъ заключается въ слѣдующемъ. Муть поступаетъ на гердъ тонкой струей, причемъ какъ и во всякой струѣ скорость воды получается наименьшею у поверхности герда



259 Штейновскіе герды центральной обогатительной фабрики рудника Химмельфартъ во Фрейбергѣ.

и наибольшею у поверхности воды (см. фиг. 256), гдѣ она встрѣчаетъ минимальное сопротивленіе. Мелкія частицы руды, подвергаясь дѣйствію струи малой скорости, остаются на гердѣ, тогда какъ болѣе крупныя частицы пустой породы (в) сносятся водою. Герды простѣйшаго устройства, каковъ напримѣръ представленный на черт. 257 и 258 неподвижный кергердъ дѣйствуютъ съ перерывомъ. Муть пускаютъ на гердъ, представляющій собою деревянный ящикъ, дно котораго составлено изъ поперечныхъ досокъ *b*, до тѣхъ поръ, пока поверхность дна не покроется тонкимъ слоемъ болѣе тяжелыхъ частицъ руды. Когда накопится достаточный слой руды, притокъ мути прекращаютъ, пускаютъ на гердъ струю чистой воды и, дѣйствуя метелками, стараются отдѣлить болѣе легкую руду, въ данномъ случаѣ сѣр-



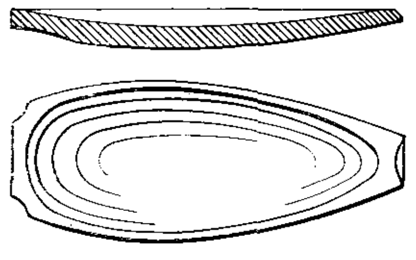
260. **Круглый гердъ Линкенбаха.**

ный колчеданъ отъ тяжелой — свинцоваго блеска. Сѣрный колчеданъ смывается водою въ подставленный сосудъ, на гердѣ остается только свинцовый блескъ, который впослѣдствіи сметается особыми метелками въ соотвѣтствующій ящикъ. По окончаніи этой операціи, приступаютъ къ обработкѣ новой порціи мути, которую вновь пускаютъ на гердъ.

Изъ сказаннаго ясно, что обработка мути на неподвижныхъ гердахъ ведется съ перерывами и требуетъ много ручного труда. Чтобы устранить эти недостатки, герды новѣйшаго устройства дѣлаются подвижными. Въ такихъ гердахъ всѣ три операціи — осажденіе руды изъ мути, отдѣленіе легкихъ сортовъ руды и съемъ тяжелаго сорта происходитъ одновременно въ разныхъ мѣстахъ герда, причемъ вслѣдствіе движенія послѣдняго части герда, на которыхъ осѣлъ слой руды, подводятся подъ брызгала съ водою. Этими брызгалами смывается въ особое отдѣленіе средній по удѣльному вѣсу сортъ руды, послѣ чего данная часть поверхности подводится подъ болѣе сильную струю воды или подъ особыя щетки, которыми смываются остатки тяжелой руды; чистая поверхность герда снова попадаетъ подъ струю мути

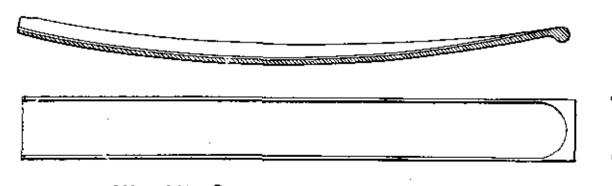
и на ней происходитъ новое отложеніе руды. Гердъ приводится въ движеніе машинной силой и дѣйствуетъ, такимъ образомъ, автоматически и непрерывно, нуждаясь лишь въ небольшомъ, сравнительно, уходѣ со стороны находящагося при цѣломъ рядѣ такихъ гердовъ рабочаго.

На фигурѣ 259 представленъ рядъ такихъ, непрерывно дѣйствующихъ гердовъ — плангерды Штейна. Поверхность герда состоитъ изъ безконечной резиновой ленты, двигающейся на валкахъ поперекъ движенія поступающей на гердъ мути. Муть поступаетъ на гердъ непрерывно съ одного конца послѣдняго и, благодаря движенію ленты, поступаетъ подъ постепенно усиливающуюся струю воды, которою смывается въ особые желоба сначала болѣе легкая, а въ концѣ и болѣе тяжелая руда, и освобожденная часть поверхности герда снова поступаетъ подъ струю мути. Чтобы облегчить движеніе зеренъ руды, герду придается рядъ толчковъ по направленію струи мути и воды.



261 и 262. **Фрейбергскій пробирный лотокъ.**

Подобнымъ же образомъ дѣйствуютъ и круглые герды, одинъ изъ которыхъ, гердъ Линкенбаха, представленъ на фигурѣ 260. Гердъ здѣсь неподвиженъ и поверхность его отдѣлана въ видѣ весьма тупого конуса. Дабы достигнуть непрерывности работы, всѣ устройства для спуска мути, струи воды для смытія легкихъ сортовъ руды и брызгала, которыми смывается тяжелая руда, равно какъ и жолоба для различныхъ сортовъ придѣланы къ вертикальной оси и вращаются вмѣстѣ съ нею, дѣлая примѣрно одинъ оборотъ въ минуту Благодаря такому устройству постоянно на извѣстную часть поверхности герда поступаетъ муть; пустая порода смывается водою въ особый жолобъ, послѣ чего на осѣвшій слой руды поступаетъ струя воды, которая смываетъ въ соотвѣтствующій жолобъ легкую руду, а оставшійся на поверхности слой тяжелой руды смывается сильною струею изъ непосредственно слѣдующихъ затѣмъ брызгалъ. За брызгалами слѣдуетъ вновь жолобъ съ мутью, которою и покрывается очищенная отъ руды часть поверхности герда. Круглые герды отличаются большою производительностью и получили за послѣднее время значительное распространеніе на вновь устраиваемыхъ обогатительныхъ фабрикахъ. Главнымъ же ихъ недостаткомъ является то обстоятельство, что они требуютъ значительно больше мѣста, чѣмъ непрерывно дѣйствующіе плоскіе герды, подобные описанному герду Штейна.



263 и 264. **Зальцбургскій пробирный лотокъ.**

Къ ручнымъ гердамъ относятся и такъ называемые пробирные лотки, изъ которыхъ два лотка Фрейбергскій и Зальцбургскій представлены на прилагаемыхъ рисункахъ 261, 262, 263 и 264. Лотки эти служатъ частью для окончательной промывки богатыхъ рудъ, главнымъ же образомъ, для пробы какъ сырыхъ рудъ, при развѣдкѣ, такъ и различныхъ обогащенныхъ продуктовъ. Сырая руда съ прибавкою надлежащаго количества воды помѣщается на лотокъ, послѣ чего стараются толчками и покачиваньемъ лотка смыть пустую породу и раздѣлить руду по удѣльному вѣсу, подобно тому какъ она раздѣляется на гердахъ обыкновеннаго устройства. Пробирный лотокъ представ-

ляется весьма надежнымъ приборомъ для отдѣленія рудъ и, помощью этого прибора, легко обнаружить присутствіе золота въ тѣхъ даже случаяхъ, когда содержаніе его не превышаетъ 10 гр. въ 1 тоннѣ породы.

Обработкою на гердахъ заканчиваются операціи обогащенія рудъ мокрымъ путемъ. Конечною цѣлью всѣхъ этихъ операцій является концентрація по возможности всего количества содержащейся въ породѣ руды въ возможно меньшей массѣ пустой породы, дабы сдѣлать послѣдующую затѣмъ плавку рудъ экономически выгодною. Въ дѣйствительности эта цѣль никогда не достигается сполна и при обогащеніи мы всегда имѣемъ дѣло съ неизбѣжными потерями металла, такъ какъ часть руды остается всегда въ видѣ мельчайшихъ включеній въ пустой породѣ, другая же часть измельчается въ тончайшую пыль, которая не задерживается на гердахъ и сносится водою во взвѣшенномъ состояніи. Дабы избѣжать расходовъ по проведенію свѣжей воды, вода послѣ обогащенія освѣтляется въ особыхъ отсадочныхъ бассейнахъ и вновь подается насосами къ обогатительнымъ устройствамъ. Освѣтленіе промывныхъ водъ во всякомъ случаѣ необходимо передъ спускомъ ихъ въ общественныя водовмѣстилища и устройство особыхъ освѣтительныхъ бассейновъ для этой цѣли во многихъ случаяхъ предписано горнопромышленникамъ закономъ.

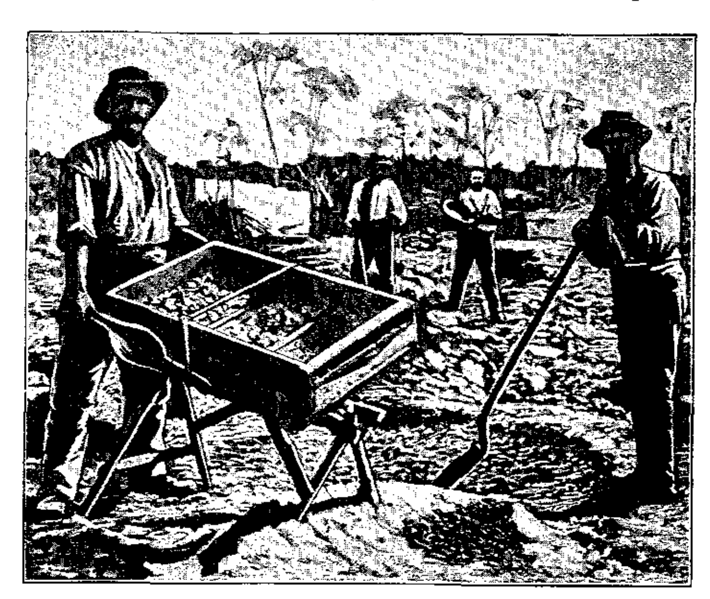
Необходимость устройства такихъ бассейновъ и, иногда, какъ это имѣетъ, напримѣръ, мѣсто въ золотопромышленныхъ областяхъ Австраліи, недостатокъ воды заставляютъ отказаться отъ обработки рудъ мокрымъ путемъ, или значительно ограничить примѣненіе этой обработки и прибѣгать къ такъ называемому с у х о м у или в о з д у ш н о м у обогащенію рудъ.

Какъ уже замѣчено выше, процессы сухого обогащенія рудъ основаны на пользованьи воздушной струею или центробѣжной силой.

Примѣры такихъ операцій часто встрѣчаются на новѣйшихъ фабрикахъ для обогащенія каменнаго угля. На многихъ изъ нихъ рудничная мелочь до обработки на рѣшетахъ очищается въ особыхъ вентиляціонныхъ камерахъ отъ осѣвшей на нее пыли помощью пускаемой туда изъ вентиляторовъ сильной воздушной струи. Пыль осѣдаетъ въ особыхъ камерахъ и примѣшивается къ полученной при обогащеніи мокрымъ путемъ коксовой мелочи. Выгода такого очищенія мелочи отъ пыли заключается именно въ томъ, что благодаря ему промываемыя воды загрязняются гораздо меньше, что въ свою очередь облегчаетъ освѣтленіе этихъ водъ.

На небольшихъ старательскихъ золотыхъ пріискахъ Австраліи примѣняется крайне простой пріемъ воздушнаго обогащенія. Сухой песокъ просѣивается черезъ мелкое сито, поставленное на нѣкоторой высотѣ надъ землею. Легкія частицы пустой породы разсѣиваются естественнымъ вѣтромъ или направляемою на нихъ струею воздуха изъ небольшого ручного вентилятора и песокъ падаетъ на землю уже болѣе обогащенный содержаніемъ золота. Повторяя эту операцію, достигаютъ все болѣе и болѣе значительнаго обогащенія песка золотомъ. На большихъ промыслахъ Австраліи часто встрѣчается устроенный для обогащенія золотоноснаго песка — приборъ Паппе Геннеберга. Приборъ этотъ состоитъ изъ воздушной камеры, въ центрѣ которой помѣщается быстро вращающееся сито. Песокъ поступаетъ на сито и вслѣдствіе развивающейся при вращеніи послѣдняго центробѣжной силы, частицы смѣси разлетаются въ сторону, причемъ тѣ изъ нихъ, *которыя имѣютъ большую массу*, летятъ дальше. Вокругъ сита расположенъ рядъ кольцевыхъ камеръ для улавливанья разлетающихся частицъ породы. При этомъ въ каждой камерѣ осѣдаютъ вмѣстѣ крупныя частицы легкаго песку и мелнія частицы золота. Особыми мѣшалками содержимое каждой камеры выгребается къ выводному отверстію и здѣсь просѣивается сквозь сито, черезъ которое проходятъ только мелкія частицы золота; кварцъ же

остается на ситѣ и поступаетъ въ отвалъ. Описаннымъ способомъ изъ породы извлекается почти все содержащееся въ ней крупное золото. Мельчайшія частицы золота остаются взвѣшенными въ воздухѣ въ видѣ пыли, уносятся изъ камеры воздушною струею, поступающей съ периферіи, въ особыя *камеры, въ которыхъ улавливается золотоносная пыль. Золото изъ пыли* извлекается или помощью обработки на гердахъ, или помощью такъ называемаго щелочнаго процесса. Во всякомъ случаѣ, даже одно извлеченіе крупнаго золота помощью воздушнаго обогащенія является выгоднымъ въ странахъ безводныхъ, такъ какъ этимъ значительно сокращается расходъ воды на обогащеніе. Къ сожалѣнію воздушное обогащеніе имѣетъ за собою одинъ недостатокъ въ видѣ выдѣленія громадныхъ массъ пыли, покрывающей толстымъ слоемъ всю растительность въ окрестностяхъ.



265. **Сухое обогащеніе золотоноснаго песку въ Coolgardie (Западная Австралія).**

Воздушное обогащеніе, какъ и обработка рудъ мок*рымъ путемъ*, основано на разности удѣльныхъ вѣсовъ подлежащихъ раздѣленію минераловъ. Для раздѣленія, минераловъ близкихъ по удѣльному вѣсу, примѣняютъ обработку ихъ химическимъ путемъ или, что рѣже, обработку магнитомъ.

Какъ примѣръ химической обработки приведемъ здѣсь обработку оловянныхъ рудъ въ Альтенбергѣ въ Саксоніи. Руды этого мѣсторожденія состоятъ изъ тѣсной смѣси оловянныхъ рудъ съ мышьяковымъ колчеданомъ и самороднымъ висмутомъ. Незначительная разность удѣльнаго вѣса названныхъ рудъ не позволяетъ раздѣлить ихъ мокрымъ путемъ и послѣ толченія и промывки на гердахъ получается вновь тѣсная смѣсь тѣхъ же рудъ. Эту смѣсь подвергаютъ предварительному обжигу, вслѣдствіе чего мышьяковый колчеданъ разлагается и даетъ летучую мышьяковую кислоту, которую улавливаютъ въ особыхъ камерахъ и тяжелыя мышьяковистыя соединенія съ большимъ содержаніемъ желѣза. Остатокъ отъ обжига обрабатываютъ соляной кислотой, растворяющей висмутъ, послѣ чего въ полученномъ продуктѣ отдѣляютъ тяжелыя желѣзомышьяковистыя соединенія отъ оловянныхъ рудъ новою промывкою на гердахъ.

Обработка магнитомъ примѣняется для отдѣленія магнитнаго желѣзняка или такихъ соединеній желѣза, каковы, напримѣръ, желѣзный шпатъ, сѣрный и мышьяковый колчеданы и друг., которыя становятся магнитными, послѣ предварительнаго обжига, переходя при этомъ въ магнитую закись—окись желѣза или соотвѣтствующія сѣрнистыя соединенія этого металла. Въ Германіи обработка магнитомъ примѣняется, главнѣйше, для отдѣленія желѣзнаго шпата отъ цинковой обманки. Руды такого состава въ сопровожденіи

свинцоваго блеска встрѣчаются въ жилахъ мѣсторожденія Friedrichssegen — въ Рейнской Пруссіи. Промывкою изъ рудъ легко отдѣляется тяжелый свинцовый блескъ цинковая же обманка и желѣзный шпатъ не могутъ быть отдѣлены другъ отъ друга вслѣдствіе малой разницы въ удѣльномъ вѣсѣ и остаются въ полученномъ отъ промывки промежуточномъ продуктѣ. Продуктъ обжигаютъ, размалываютъ и обрабатываютъ сильнымъ электромагнитомъ. Повтореніемъ этихъ операцій изъ смѣси выдѣляютъ значительное количество чистаго магнитнаго желѣзняка и цинковой обманки, которые и поступаютъ въ продажу, между тѣмъ какъ смѣсь обоихъ минераловъ не имѣетъ никакой цѣны.

Добыча горючихъ ископаемыхъ.

Введеніе. Изъ всѣхъ органическихъ остатковъ, имѣющихся въ земной корѣ, наибольшее значеніе для насъ имѣютъ мѣсторожденія горючихъ ископаемыхъ, такъ какъ они служатъ главнымъ источникомъ механической силы для нашихъ фабрикъ и заводовъ.

Одного взгляда на приведенную на стр. 23 нашей книги таблицу достаточно, чтобы оцѣнить важность ископаемаго горючаго для современной жизни. Добыча одного каменнаго угля, въ настоящее время, превышаетъ по цѣнности добытаго продукта общую добычу всѣхъ другихъ ископаемыхъ, взятыхъ вмѣстѣ, считая въ томъ числѣ и драгоцѣнные металлы и въ этомъ отношеніи мы можемъ съ полнымъ правомъ сказать, что отъ количества скрытыхъ въ земной корѣ запасовъ угля зависитъ, въ значительной степени, самое благосостояніе страны.

По своему происхожденію всѣ ископаемыя горючія могутъ быть подраздѣлены на два главныхъ типа: графитъ, антрацитъ, каменный и бурый угли и торфъ — составляютъ одну группу, горючіе газы, нефть, горный воскъ и асфальтъ — вторую. Ископаемыя первой группы образовались, какъ это было подробно разобрано въ первомъ отдѣлѣ книги, разложеніемъ растительныхъ остатковъ, между тѣмъ какъ ископаемыя второй группы, по всей вѣроятности, являются продуктомъ разложенія жировыхъ тканей вымершихъ морскихъ животныхъ.

Постепенный переходъ отъ клѣтчатки къ графиту въ ископаемыхъ первой группы лучше всего иллюстрируется разсмотрѣніемъ состава органической массы этихъ ископаемыхъ, не принимая въ расчетъ воды и золы.

По Муку составъ древесины и различныхъ ископаемыхъ первой группы выражается слѣдующими цифрами:

	Углеродъ	Водородъ	Кислородъ	Азотъ
Древесина	50 %	6 %	43 %	1 %
Торфъ	59 „	6 „	33 „	2 „
Бурый уголь	69 „	5,5 „	25 „	0,8 „
Каменный уголь . . .	82 „	5 „	13 „	0,8 „
Антрацитъ	95 „	2,5 „	2,5 „	слѣды
Графитъ	100 „	—	—	—

При изученіи состава не принимается во вниманіе содержаніе золы, такъ какъ для большинства мѣсторожденій горючихъ ископаемыхъ источникомъ происхожденія золы служатъ не органическая масса, разложеніемъ которой образовалось горючее, а окружающія пустыя породы.

При разсмотрѣніи отдѣльныхъ ископаемыхъ приводятся цифры ежегодной добычи каждаго изъ нихъ — здѣсь же мы приводимъ цифры потребленія различныхъ сортовъ ископаемаго горючаго въ Берлинѣ, какъ примѣръ, иллюстрирующій значеніе этихъ ископаемыхъ въ современной жизни.

Головое потребленіе горючаго ископаемаго въ Берлинѣ.

Названіе ископаемаго	Потребленіе въ тоннахъ	
	1886 г.	1896 г.
Каменный уголь изъ Верхней Силезіи . .	835 885	934 052
„ „ „ Нижне-рейнск. басс.	159 609	217 553
„ „ „ Англіи	116 277	146 870
„ „ „ Вестфаліи	71 601	328 381
„ „ „ Саксоніи	7 198	8 279
Всего каменнаго угля	1 190 570	1 635 135
Брикеты изъ бураго угля	378 129	755 299
Бурый уголь изъ различныхъ мѣсторожденій Германіи . .		19 187
„ „ „ Богемскихъ мѣсторожденій	156 076	102 742
Всего бураго угля	534 205	877 228
Каменнаго и бураго вмѣстѣ	1 724 775	2 512 363

Изъ таблицы легко видѣть быстрый ростъ потребленія вестфальскаго каменнаго угля и бураго угля изъ различныхъ мѣсторожденій Германіи, а равно и постепенное вытѣсненіе ими иностраннаго топлива.

Графитъ.

Графитъ разсматривается обыкновенно какъ древнѣйшая, по времени своего образованія, разновидность ископаемаго угля. Какъ примѣсь къ различнымъ породамъ графитъ пользуется значительнымъ распространеніемъ, но лишь въ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ онъ встрѣчается значительными массами, которыя заслуживаютъ разработки. Наибольшее количество (около 20 000 тоннъ ежегодно) графита добывается на островѣ Цейлонѣ и въ Австріи, въ Богеміи. Далѣе слѣдуютъ Баварія (около 3500 тоннъ), Италія (1500 т.), Соединенные Штаты, Канада, Сибирь и Японія.

Графитъ образуетъ залежи неправильнаго очертанія среди кристаллическихъ сланцевъ и древнихъ осадочныхъ породъ. Наибольшей чистотой отличается цейлонскій графитъ, содержащій до 99,5% углерода, кристаллизирующійся въ видѣ изогнутыхъ пластинокъ шестиугольной формы и отличающійся сильнымъ металлическимъ блескомъ. Способъ разработки цейлонскихъ мѣсторожденій — чрезвычайно простъ, такъ какъ графитъ здѣсь добывается исключительно открытыми работами. Часть добычи отправляется въ Европу, а часть въ Сѣверную Америку. Графитъ другихъ мѣсторожденій содержитъ много примѣсей — такъ, напримѣръ, извѣстный нассаускій графитъ содержитъ до 50% глины, почему онъ и примѣняется для приготовленія тиглей. Въ нѣкоторыхъ мѣсторожденіяхъ графитъ очищается отъ примѣсей измельченіемъ его въ тонкій порошокъ и отмучиваніемъ въ водѣ. Цѣна графита зависитъ отъ его чистоты и колеблется въ предѣлахъ отъ 40 до 500 мар. за тонну. Около 3% всей добычи графита идетъ на изготовленіе карандашей, около 40% находятъ себѣ примѣненіе въ чугуннолитейномъ дѣлѣ, около 35% — идутъ на приготовленіе тиглей и другой огнеупорной посуды и, наконецъ, примѣрно 10% общей добычи графита расходуются на приготовленіе смазочныхъ веществъ, для смазки подшипниковъ, причемъ для этой послѣдней цѣли наилучшимъ является графитъ изъ мѣсторожденія Тикондерога въ штатѣ Нью-Іоркъ. Лучшей репутаціей пользуются графитовые тигли фирмы Бессель въ Дрезденѣ. Тигли изготовляются различной величины и въ самыхъ большихъ изъ нихъ можно плавить до 1000 килогр. мѣди. Тигли вы-

держиваютъ до 60 плавокъ и примѣняются на монетныхъ дворахъ для плавки драгоцѣнныхъ металловъ.

Антрацитъ и каменный уголь.

Между антрацитомъ и каменнымъ углемъ нѣтъ рѣзкой границы и оба эти видоизмѣненія ископаемаго горючаго связаны рядомъ постепенныхъ переходовъ, на которыхъ *намъ придется остановиться подробнѣе при описаніи* физическихъ и химическихъ свойствъ каменнаго угля. Подъ именемъ антрацита понимается, вообще говоря, трудно воспламеняющійся уголь, горящій короткимъ пламенемъ, оставляющій немного золы и отличающійся металлическимъ блескомъ и большимъ удѣльнымъ вѣсомъ. Первое мѣсто по добычѣ антрацита принадлежитъ Англіи (гр. Валисъ) и Соединеннымъ Штатамъ (Пенсильванія). Способъ добычи остается для антрацита тѣмъ же, что и для каменныхъ углей.

Для классификаціи каменныхъ углей — химическій ихъ составъ имѣетъ лишь второстепенное значеніе, такъ какъ угли одного и того же состава оказываются нерѣдко совершенно различными по своимъ свойствамъ. Для раздѣленія углей на группы пользуются поэтому отношеніемъ ихъ къ пламени и ихъ физическими признаками, такъ какъ признаки геологическіе въ смыслѣ возраста углей и принадлежности ихъ къ извѣстнымъ геологическимъ системамъ также не имѣютъ абсолютнаго значенія для ихъ классификаціи.

По отношенію къ пламени различаютъ угли тощіе — не спекающіеся и дающіе порошкообразную золу, угли полужирные, обнаруживающіе при сгораніи нѣкоторые признаки спекаемости, и угли жирные, дающіе спекшійся коксъ. Сообразно съ вышесказаннымъ угли первой группы, равно какъ и антрацитъ не годятся для приготовленія кокса, угли полужирные — дають мало кокса и коксъ получается плохо спекшійся, тогда какъ угли третьей группы представляютъ собою собственно коксовые угли. Угли тощіе и полужирные представляютъ прекрасное горючее для топки котловъ и печей; угли коксовые — идутъ на приготовленіе кокса — а нѣкоторыя ихъ разновидности, выдѣляющія при перегонкѣ много газа — идутъ на газовые заводы подъ именемъ газовыхъ углей.

Далѣе по способности давать пламя большей или меньшей длины различаютъ угли коротко — пламенные, куда принадлежатъ антрациты и большинство тощихъ углей и длиннопламенные, куда принадлежатъ нѣкоторые сорта тощихъ и большинство углей двухъ другихъ группъ. Угли длиннопламенные пользуются большимъ спросомъ въ нѣкоторыхъ процессахъ, гдѣ желательно распространеніе жара на возможно большую площадь.

По физическимъ признакамъ различаютъ два сорта углей. Угли блестящіе имѣютъ густую черную окраску и отличаются металлическимъ блескомъ; благодаря своей трещиноватости эти угли легко ломаются перпендикулярно къ плоскостямъ наслоенія, давая куски кубической формы. Къ этому сорту углей относится и антрацитъ, отличающійся отъ остальныхъ стально-сѣрой окраской. Угли матовые отличаются отъ предыдущихъ слабымъ блескомъ, сѣровато или буровато-чернымъ цвѣтомъ, отсутствіемъ трещиноватости, благодаря чему въ нихъ получается раковинный изломъ. Къ матовымъ углямъ относится легко воспламеняющійся кеннельскій уголь и встрѣчающіеся въ Саксоніи смолистые угли.

Гораздо рѣже встрѣчаются волокнистые угли, отличающіеся тонкожилковатымъ сложеніемъ и сильнымъ шелковистымъ блескомъ. Къ числу углей этого типа относится встрѣчающійся въ Цвиккау въ Саксоніи сажистый уголь, названный такъ за свою способность пачкать руки.

Слоистымъ углемъ называются разновидности, состоящія изъ перемежающихся слоевъ блестящаго и матоваго угля и обнаруживающія въ поперечномъ разрѣзѣ слоистое строеніе.

Каменный уголь примѣняется, главнѣйше. какъ топливо, для паровыхъ котловъ, домашнихъ и фабричныхъ печей, для металлургическихъ заводовъ и т. п. Значительныя количества угля идутъ на приготовленіе свѣтильнаго газа, а при коксованіи изъ угля получаются въ качествѣ побочныхъ продуктовъ смолы и различныя амміачныя соли. Коксъ приготовляется главнымъ образомъ для доменныхъ и другихъ шахтныхъ печей, въ которыхъ производится выплавка металловъ изъ рудъ.

Для топки паровыхъ котловъ примѣняются антрацитъ и тощіе угли, а равно брикеты, приготовляемые изъ угольной мелочи.

Количество добываемаго ежегодно угля за послѣднее время значительно возрасло и составляло по Rothwell'ю въ 1896 г. 582 450 200 тоннъ.

Распредѣленіе этой добычи по отдѣльнымъ странамъ было слѣдующее:

Названіе странъ	Добыча въ тоннахъ	Названіе странъ	Добыча въ тоннахъ
Европа		Азія	
Великобританія	195 272 000	Японія	3 715 000
Германія	112 437 700	Индія	2 725 000
Франція	28 870 100	Сѣв. Америка	
Австро-Венгрія	28 125 000	Соедин. Штаты	168 957 300
Бельгія	21 250 000	Канада	3 396 800
Россія	7 785 000	Африка	
Испанія	1 874 800	Трансвааль	1 250 000
Италія	235 000	Австралія	4 546 500
Швеція	210 000	Въ друг. странахъ	1 800 000
Всего въ Европѣ	396 059 600	Всего	186 390 600

Всего на всемъ свѣтѣ 582 450 200 тоннъ.

Первое мѣсто по добычѣ угля занимаетъ такимъ образомъ Англія. Изъ угольныхъ бассейновъ этой страны первое мѣсто принадлежитъ центральному каменноугольному бассейну, который занимаетъ площадь около 5000 кв. километровъ и обнимаетъ собою графства Ланкаширское, Стаффоршеирское и Дербишеирское, далѣе слѣдуетъ Ньюкестельскій бассейнъ — въ графствахъ Дургамъ и Кумберлэндъ, Южно Валійскій бассейнъ въ графствахъ Глюцерштершейрѣ и Соммерсетшейрѣ. Изъ шотландскихъ бассейновъ замѣчателенъ Клидебеккскій бассейнъ. Относительно Валійскаго бассейна слѣдуетъ еще замѣтить, что пласты угля разрабатываются здѣсь на значительномъ пространствѣ подъ морскимъ дномъ, причемъ нѣкоторые изъ рудниковъ затоплены водой.

Кромѣ значительнаго протяженія англійскіе каменноугольные бассейны отличаются большою правильностью своего напластованія, значительно облегчающей ихъ разработку.

Это обстоятельство, въ связи съ близостью рудниковъ къ морскому берегу, значительно способствуетъ большому вывозу угля и въ этомъ отношеніи Англія занимаетъ первое мѣсто среди прочихъ государствъ, доставляя на всемірный рынокъ около четверти всего потребляемаго имъ угля. Большая часть вывоза отправляется во Францію, въ Италію и Швецію и лишь небольшое, сравнительно, количество идетъ въ Германію, Испанію и Россію.

Распредѣленіе добычи угля по отдѣльнымъ углепромышленнымъ округамъ Германіи приводится въ слѣдующей таблицѣ:



Казенный рудникъ „Королева Луиза“ близъ Забрже въ Верхней Силезіи: Углеподъемная шахта западнаго поля.

Съ фотографіи Типографіи въ „Кёнигсгюте“

Добыча угля въ Германіи.

Названіе округовъ	Добыча въ тоннахъ	Число рабочихъ
Верхнесилезскій бассейнъ .	19 613 000	56 004
Нижнесилезскій	4 065 700	19 069
Провинція Ганноверъ . . .	571 700	3 467
Рурскій (Вестфальск.) басс. .	44 893 300	161 870
Саабрюкенскій	7 820 700	34 209
Вурмскій	2 021 300	8 960
Саксонія	4 880 000	21 821
Прочіе округа	600 000	3 000
Всего	84 465 700	308 400

Первое мѣсто по добычѣ угля принадлежитъ, такимъ образомъ, Рурскому бассейну, почему мы и приводимъ нѣкоторыя данныя относительно развитія добычи въ этомъ районѣ.

Добыча каменнаго угля въ Рурскомъ бассейнѣ

Года	Милліоны тоннъ	Число рабочихъ	Года	Милліоны тоннъ	Число рабочихъ
1840	1	9 000	1880	22	80 000
1850	2	13 000	1890	35	128 000
1860	4	29 000	1895	41	155 000
1870	12	51 000	1896	45	162 000

Въ Рурскомъ бассейнѣ имѣется до 70 рабочихъ пластовъ угля. Пласты средней мощности (отъ 1 до 2 метр.) Рудники принадлежатъ исключительно частнымъ владѣльцамъ, въ противоположность находящемуся въ аналогичныхъ условіяхъ Саарбрюкенскому бассейну, гдѣ разработки ведутся исключительно казною.

Въ верхнесилезскомъ бассейнѣ пласты отличаются большою мощностью. Такъ пласты Реденъ и Шуккманъ на рудникѣ Королева Луиза достигаютъ мощности 14 метровъ первый и 7—9,5 метр. второй пластъ. Названный рудникъ обладаетъ наибольшею производительностью среди всѣхъ прочихъ рудниковъ Германіи. Добыча здѣсь достигла въ 1896 г. величины 2 700 000 тоннъ, причемъ задалживалось до 8400 челов. рабочихъ. Такой добычѣ отвѣчаютъ и грандіозныя надземныя устройства, часть которыхъ изображена на прилагаемомъ рисункѣ, составленномъ по фотографіи Ченчера въ Кёнигсгютте.

Цифра 2,7 милліоновъ тоннъ слишкомъ громадна и мало говоритъ нашему воображенію. Представляется, поэтому, полезнымъ пояснить ее, избравъ болѣе крупную единицу, для измѣренія этой громадной массы угля. Если мы примемъ длину товарнаго вагона нашихъ желѣзныхъ дорогъ равною примѣрно 8 метрамъ, его полезную нагрузку равной 10 тоннамъ, то потребуется 100 000 такихъ вагоновъ, чтобы нагрузить 1 милліонъ тоннъ угля, 100 000 вагоновъ составятъ поѣздъ въ 800 километровъ длиною, то есть займутъ примѣрно весь путь между Петербургомъ и Москвою. Для нагрузки 2,7 милліоновъ тоннъ, составляющихъ цифру ежегодной добычи копи Королева Луиза, потребуется, слѣдовательно, три такихъ поѣзда длиною въ разстояніе отъ Петербурга до Москвы каждый.

По своей громадной производительности заслуживаютъ вниманія каменноугольныя копи Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки. Къ востоку отъ Скалистыхъ горъ здѣсь имѣются 4 самостоятельныхъ каменноугольныхъ бассейна. Въ сѣверо-восточной части находится большой Аппалахскій бассейнъ со своими всемірно извѣстными пластами антрацита, простирающійся къ юго-западу на разстояніе въ 1500 километровъ почти до штата Алабамы и доставляющій до 60% общей добычи угля въ Сѣверной Америкѣ. Далѣе

къ *западу тянется бассейнъ Иллинойскій. въ области большихъ озеръ* Мичиганскій бассейнъ и, наконецъ, въ области между Миссисипи и Скалистыми горами — обширный западный бассейнъ, важнѣйшія разработки котораго ведутся, въ настоящее время въ Іова и Миссури, самъ же бассейнъ простирается далѣе къ западу въ штатахъ Небраска, Канзасъ, Арканзасъ и Техасъ. Въ самихъ Скалистыхъ горахъ и въ прилегающей къ нимъ съ запада прибрежной области имѣются также признаки угленосныхъ бассейновъ — однако бассейны эти, до настоящаго времени, мало изслѣдованы, почему и не имѣютъ большого промышленнаго значенія.

Въ восточной Азіи добыча каменнаго *угля развивается теперь* весьма быстро. Обширные угленосные бассейны Китая, правда, еще не начали разрабатываться, но Японія уже приступила къ разработкѣ своихъ каменноугольныхъ богатствъ и быстро подвигается на этомъ пути. Наибольшая добыча производится на одной изъ копей близъ Нагассаки. Копь оборудована устройствами для нагрузки угля въ вагоны и корабли и доставляетъ до 2500 — 3000 тоннъ угля ежедневно — цифра громадная для страны, только что вступившей на путь промышленнаго своего развитія.

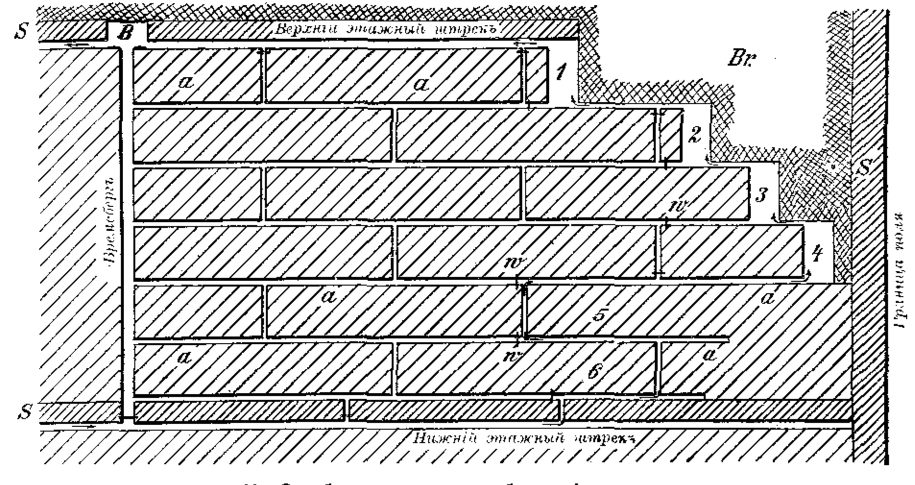
Въ Австраліи обширные каменноугольные бассейны были открыты въ Квинслендѣ, Новомъ Южномъ Валисѣ и на островахъ Тасманіи и Новой Зеландіи. Австралійскій уголь доставляется къ морю, грузится въ гаваняхъ Нью-Кестль — въ Валисѣ и Брунпертонѣ — на западномъ берегу южнаго острова Новой Зеландіи — въ суда и отправляется въ различные порты Сѣверной и Южной Америки, и южнаго и восточнаго берега Азіи. При постоянномъ ростѣ потребленія угля существенно важнымъ является вопросъ о томъ — на сколько времени хватитъ имѣющихся запасовъ этого ископаемаго для различныхъ потребностей. Отвѣтъ на этотъ вопросъ мы находимъ въ основательномъ трудѣ г. Нассе. Принимая въ разсчетъ только запасы угля до глубины въ 120 метр. и полагая, что потребленіе будетъ дальше расти въ той мѣрѣ, въ какой оно росло послѣднее время, г. Нассе считаетъ запасы угля въ Австро-Венгріи, Франціи, Бельгіи и Великобританіи — достаточными, чтобы удовлетворить потребность въ углѣ этихъ странъ въ продолженіе 500, запасы въ Сѣверной Америкѣ — въ продолженіе 650 и Германіи — 900 лѣтъ.

Результаты подсчетовъ г. Нассе оказываются крайне благопріятными и мы можемъ въ продолженіе еще многихъ лѣтъ быть спокойными за истощеніе своихъ запасовъ. Пласты угля въ противоположность руднымъ жиламъ имѣютъ обыкновенно пологое паденіе до 10^0—15^0. Часто встрѣчаются пласты, отличающіеся значительной чистотой угля; мощность пластовъ бываетъ различна, въ большинствѣ же случаевъ она доходитъ до 1,5—2,5 метровъ. Изъ различныхъ способовъ разработки каменноугольныхъ пластовъ, мы опишемъ ниже примѣняемую для разработки пологопадающихъ пластовъ средней мощности столбовую выемку съ обрушеніемъ кровли.

Для разработки тонкихъ пластовъ, гдѣ приходится подрабатывать боковыя породы, а равно и для разработки пластовъ средней мощности, содержащихъ многочисленные прослойки пустой породы, примѣняются описанные нами способы разработки съ закладкою вынутыхъ пространствъ пустою породою. Изъ различныхъ способовъ разработки съ закладкою вынутыхъ пространствъ пустою породою наибольшимъ распространеніемъ пользуется сплошная выемка по простиранію, подробно изложенная нами при описаніи разработки пластовъ мѣдистаго песчаника въ Маансфельдѣ, какъ наиболѣе подходящая, для разработки пологопадающихъ и тонкихъ пластовъ. Лишь въ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ, когда рѣчь идетъ о разработкѣ крутопадающихъ и тонкихъ пластовъ угля, примѣняется потолкоуступная выемка, въ *общихъ чертахъ сходная съ описаннымъ способомъ разработки, серебряныхъ*

жилъ во Фрейбергѣ. Наконецъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, напримѣръ, въ Домбровѣ (Ц. Польское) и въ шт. Пенсильваніи ведутся открытыя работы, такъ какъ здѣсь имѣются выходы на поверхность мощныхъ пластовъ угля. Слѣдуетъ сказать, что пласты каменнаго угля бываютъ, обыкновенно, покрыты мощными толщами новѣйшихъ отложеній и что, слѣдовательно, случаи непосредственнаго выхода пластовъ на поверхность, а съ тѣмъ вмѣстѣ и случаи примѣненія открытыхъ работъ, для ихъ добычи встрѣчаются лишь какъ исключенія.

Наибольшимъ распространеніемъ при разработкѣ пластовъ каменнаго угля пользуется, какъ это *сказано выше*, *столбовая выемка съ обрушеніемъ кровли*, характеризующаяся именно тѣмъ, что выработанныя пространства здѣсь не заполняются закладкою и кровля ихъ обрушается спустя нѣкоторое время послѣ выемки. Въ противоположность сплошной выемкѣ съ закладкою,



266. Столбовая выемка съ обрушеніемъ кровли.

столбовая выемка съ обрушеніемъ кровли начинается въ частяхъ, наиболѣе удаленныхъ отъ шахты, гдѣ обрушеніе кровли оказываетъ наименьшее вліяніе на успѣшный ходъ послѣдующихъ работъ. Ходъ разработки въ общихъ чертахъ слѣдующій: Достигнувъ мѣсторожденія квершлагами, проводятъ верхній и нижній этажные штреки (*S*, *S* фиг. 266) до границы разрабатываемаго поля. Поле раздѣляютъ штреками по возстанію (бремсбергами) на цѣлики и выемку начинаютъ съ цѣлика, наиболѣе удаленнаго отъ шахты. Каждый отдѣльный цѣликъ раздѣляютъ выемочными штреками *w* на столбы *a*, числомъ 5—6 и ведутъ добычу отдѣльныхъ столбовъ, начиная съ верхняго и съ наиболѣе удаленной отъ бремсберга части столба. При проведеніи выемочныхъ штрековъ и выемкѣ столбовъ, кровлю крѣпятъ стойками; по минованіи надобности крѣпь убираютъ и даютъ кровлѣ обрушиться.

Чтобы обвалъ кровли не отражался на нижнемъ этажномъ штрекѣ, который можетъ оказаться необходимымъ, для разработки слѣдующаго этажа около него оставляютъ нетронутымъ цѣликъ угля, называемый предохранительнымъ цѣликомъ. Подобный же цѣликъ оставляется и у границы поля, дабы предохранить отъ обрушенія разработки смежнаго рудника.

Добытый при проведеніи выемочныхъ штрековъ и выемкѣ столбовъ уголь поступаетъ по штрекамъ къ бремсбергу, спускается по бремсбергу въ нижній этажный штрекъ, который служитъ главнымъ откаточнымъ штрекомъ. По этому послѣднему и квершлагу доставляется къ шахтѣ.

Струя свѣжаго воздуха поступаетъ по нижнему квершлагу въ главный откаточный штрекъ, распредѣляется отсюда помощью воздушныхъ дверей и переборокъ по отдѣльнымъ забоямъ и по верхнему этажному (въ данномъ случаѣ вентиляціонному) штреку и квершлагу направляется къ воздушной шахтѣ. При проведеніи выемочныхъ штрековъ ихъ соединяютъ время отъ времени сбойками, чтобы облегчить движеніе воздушной струи.



267. **Добыча крѣпежнаго лѣса изъ вынутыхъ полей.**

Наиболѣе опасной въ данномъ способѣ работой является уборка крѣпи въ пространствахъ, подлежащихъ обрушенію. Многія части крѣпи уже погнулись или треснули подъ давленіемъ породъ висячаго бока (см. фиг. 267), мѣстами обвалъ уже начался, но здѣсь приходится все же убирать крѣпь, чтобы облегчить обрушеніе, и не оставлять необрушенными слишкомъ большихъ пространствъ, въ которыхъ могутъ скопляться вредные газы. Уборка крѣпи производится инструментами, насаженными на длинную рукоятку. Иногда стойки перерубаютъ топоромъ, мѣстами подъ основаніями вырубаютъ гнѣзда въ почвѣ и вырываютъ стойки домкратами. Уборка крѣпи требуетъ большого навыка и осторожности: рабочій во время уборки долженъ все время слѣдить за давленіемъ породъ, такъ какъ малѣйшая оплошность подвергаетъ его опасности быть раздавленнымъ обваломъ.

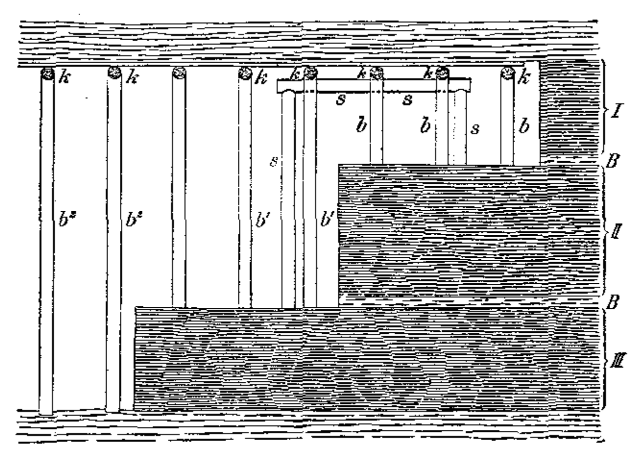
На прилагаемомъ рисункѣ 268 представлены работы въ забоѣ близъ обрушенія. Обрушеніе подвинулось къ самому забою и только небольшое пространство, гдѣ производится добыча угля, предохранено отъ обваловъ мощными стойками.

Столбовая выемка съ обрушеніемъ кровли производится и въ мощныхъ пластахъ. На фиг. 271 представлена разработка этимъ способомъ имѣющагося въ Плауэновской долинѣ близъ Дрездена, пласта угля въ 4—6 метровъ мощности. Вслѣдствіе отсутствія рудничнаго газа, здѣсь ведется работа

со взрывчатыми веществами. Фотографія снята во время осмотра работъ завѣдующимъ копью.

Пласты значительной мощности и содержащіе прослойки пустой породы, вынимаются не сразу, а по частямъ. Сначала (фиг. 269) вынимаютъ верхнюю часть пласта, оставляя пустую породу въ рудникѣ, далѣе слѣдуетъ вторая и третья часть. Во время выемки верхняго уступа кровлю крѣпятъ перекладами k, на короткихъ стойкахъ b; по мѣрѣ выемки слѣдующихъ частей стойки b замѣняются сначала болѣе длинными b^1, и, наконецъ, стойками b^2, во всю мощность пласта, поддерживая переклады во время замѣны временною крѣпью s, состоящею изъ продольныхъ брусьевъ, подводовъ и стоекъ. Когда работы подвинутся впередъ на

268. **Работы у обрушенія.**
Изъ книги Бёрнера и Георги „Углекопы“. Изданіе фирмы „Грацъ и Герлахъ во Фрейбергѣ.



269. **Почвоуступная выемка столба.**

значительное разстояніе, часть стоекъ b^2 убираютъ и производятъ обрушеніе. Описанный способъ выемки мощныхъ пластовъ угля называется почвоуступною выемкою и представляется особенно выгоднымъ при слабой кровлѣ, такъ какъ здѣсь имѣется возможность закрѣпить кровлю тотчасъ-же послѣ выемки верхняго уступа.

При столбовой выемкѣ съ обрушеніемъ кровли поверхность разрабатываемаго участка часто портится вслѣдствіе обваловъ, почему подъ дорогами и другими сооруженіями на поверхности оставляютъ нетронутыми цѣлики угля. Цѣлики эти носятъ въ горномъ дѣлѣ названіе предохранительныхъ цѣликовъ и служатъ для предохраненія помянутыхъ сооруженій отъ осѣданій почвы подъ ними. Вслѣдствіе осѣданія породъ висячаго бока, крѣпь въ штрекахъ портится и ее часто приходится замѣнять новою. Фиг. 270 представляетъ одинъ изъ такихъ старыхъ штрековъ; старая крѣпь погнулась, мѣстами дала трещины и поперечное сѣченіе штрека настолько съузилось, что онъ сдѣлался едва доступнымъ для прохода. Рабочій на переднемъ планѣ занятъ замѣною старой крѣпи, причемъ онъ подбираетъ породу въ кровлѣ и бокахъ выработки съ цѣлью расширить штрекъ до его прежнихъ размѣровъ. Съ цѣлью сохранить штреки болѣе продолжительное время были неоднократно произведены опыты крѣпленія ихъ желѣзомъ, но и они не увѣнчались успѣхомъ. Крѣпь (см. фиг. 272) гнется, а затѣмъ портится въ стыкахъ и, такъ же какъ и деревянная, требуетъ замѣны новой крѣпью. Замѣна эта, которая при деревянномъ крѣпленіи производится сравнительно просто, становится затруднительною, такъ какъ здѣсь нельзя вынимать крѣпь по частямъ, а приходится вынуть сразу весь окладъ.



270. Возобновленіе обвалившагося штрека.

Рудничная доставка играетъ при добычѣ угля большую роль, такъ какъ здѣсь приходится доставлять на поверхность громадныя массы добытаго матеріала. Обыкновенно уголь уже у самаго забоя нагружается въ вагоны, которые откатываются рабочими по выемочнымъ штрекамъ къ ближайшему бремсбергу.

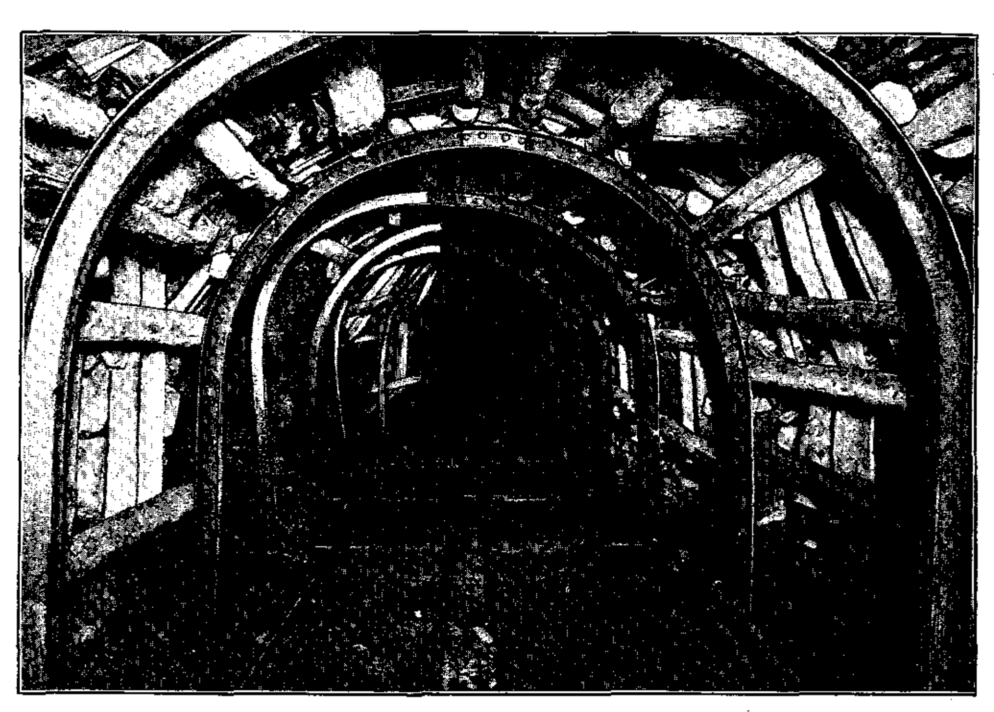


271. **Выемка столбовъ.**

По книгѣ Бернера и Георги „Углекопы“. Изданіе фирмы „Грацъ и Герлахъ“ во Фрейбергѣ.

По этому послѣднему вагоны спускаются автоматически до главнаго откаточнаго штрека, гдѣ изъ нихъ составляются поѣзда и по штреку и квершлагамъ доставляются къ шахтѣ лошадьми, электровозами или помощью безконечнаго каната, или цѣпи. Клѣти для подъема угля по шахтамъ дѣлаются въ нѣсколько этажей и на нихъ сразу поднимаетъ отъ 4 до 8 вагоновъ съ углемъ.

Злѣйшимъ бичемъ рабочихъ, занятыхъ добычею каменнаго угля, были и остаются до сихъ поръ рудничный газъ, легко воспламеняющаяся каменноугольная пыль и рудничные пожары, появленіемъ которыхъ часто сопровождаются взрывы газа. Не смотря на всѣ усилія техники и на достигнутые ею за послѣднее время значительные результаты въ борьбѣ со



272. **Желѣзное крѣпленіе откаточнаго штрека, сдвинутое съ мѣста давленіемъ породъ.**

взрывами рудничнаго газа, опасность отъ этихъ взрывовъ остается все же большою и требуется величайшая осторожность какъ со стороны рабочихъ, такъ и со стороны лицъ, надзирающихъ за работами, чтобы избѣжать несчастія. Малѣйшая неосторожность со стороны одного изъ этихъ лицъ, или непредвидѣнное стеченіе обстоятельствъ могутъ вызвать взрывъ газа, сопровождающійся часто гибелью сотенъ рабочихъ. Иногда кускомъ угля разбивается стеклянный цилиндръ предохранительной лампы, пламя выбрасывается наружу и зажигаетъ носящуюся въ воздухѣ пыль. Если это случится близъ трещины, изъ которой выдѣляется газъ — послѣдній также воспламеняется, происходитъ взрывъ, который пылью передается въ другія части рудника. Отъ сотрясенія воздуха при первоначальномъ взрывѣ выдѣляются большія количества газа изъ старыхъ выработокъ и происходитъ второй взрывъ, по своей силѣ значительно превосходящій первый. Взрывъ газа поглощаетъ громадное количество содержащагося въ рудничномъ воздухѣ кислорода, воздухъ становится неспособнымъ поддерживать дыханіе и рабочіе падаютъ въ обморокъ отъ удушья.

Паническій ужасъ охватываетъ рабочихъ близъ мѣста взрыва и они растерянно оглядываютъ другъ друга. Между тѣмъ время не терпитъ и необходимо бѣжать въ болѣе безопасное мѣсто. Счастливы тѣ, кому удастся найтись во время общей паники и отыскать путь къ спасенію. Попавъ въ струю свѣжаго воздуха они имѣютъ уже всѣ шансы попасть къ шахтѣ, но очнувшись и увидавъ, что имъ не грозитъ болѣе никакой опасности, рабочіе вспоминаютъ о своихъ товарищахъ и стараются изыскать средства къ спасенію тѣхъ изъ нихъ, которые остались еще въ живыхъ. Такихъ остается обыкновенно весьма много въ первое время послѣ взрыва. Лишь небольшое, сравнительно, число рабочихъ являются непосредственными жертвами взрыва. Большая же часть ихъ или лишается чувствъ, вслѣдствіе недостатка свѣжаго воздуха, или встрѣтивъ, обвалъ на пути къ бѣгству, ждутъ спасенія отъ товарищей. Мѣры для спасенія оставшихся въ живыхъ рабочихъ начинаются съ того, что въ рудникѣ стараются всѣми доступными средствами возобновить естественную циркуляцію воздуха, для чего возобновляютъ и исправляютъ, по возможности, всѣ воздушныя двери и перегородки. Когда это будетъ сдѣлано и вредные газы, образовавшіеся при взрывѣ, удалены, можно приступить къ спасенію оставшихся въ живыхъ и уборкѣ труповъ съ мѣста катастрофы. Всѣ работы должны при этомъ вестись съ величайшей осторожностью, такъ какъ малѣйшій промахъ можетъ вызвать новое несчастіе и новыя жертвы.

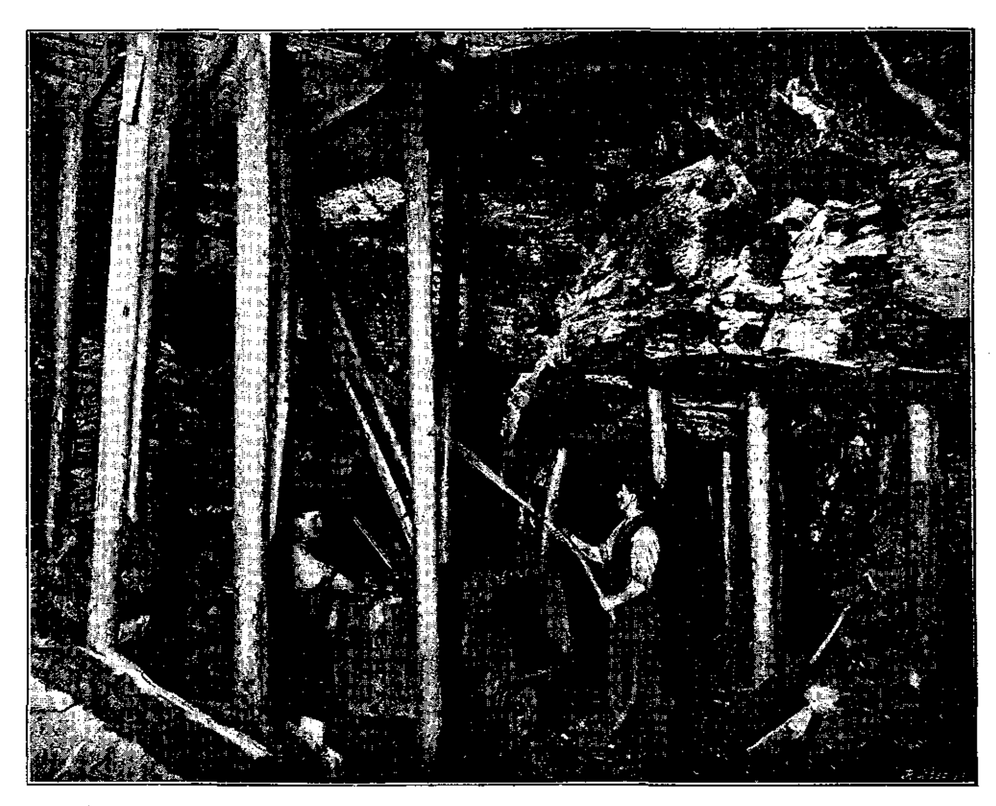
Вѣсть о катастрофѣ успѣла уже распространиться на поверхности. Мощный подземный ударъ привлекъ къ себѣ вниманіе жителей, а показавшіеся спустя нѣкоторое время клубы дыма изъ воздушной шахты подтвердили предположенія о катастрофѣ. Рабочіе, служащіе и врачи окружающихъ рудниковъ спѣшатъ на помощь; жены, родители и дѣти находящихся въ рудникѣ рабочихъ спѣшатъ къ шахтѣ, чтобы узнать объ участи своихъ мужей, сыновей и отцовъ. Приходится видѣть сцены страшнаго отчаянія семействъ убитыхъ, при вѣсти о смерти своихъ близкихъ и сцены бурной радости при возвращеніи живыми тѣхъ, въ участи которыхъ уже отчаявались ихъ родные. Тревога усиливается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что трупы убитыхъ бываютъ часто искажены до неузнаваемости и только по случайно сохранившемуся номеру лампы или какому либо другому признаку можно узнать имя убитаго.

Вздохъ облегченія вырывается изъ груди завѣдующихъ рудникомъ и другихъ служащихъ, когда застигнутыя катастрофой части рудника становятся вновь доступными для работъ и выяснилось, что число жертвъ взрыва, сравнительно, не велико и что старанія техники, направленныя къ ограниченію послѣдствій взрыва, увѣнчались успѣхомъ.

Опишемъ здѣсь въ краткихъ чертахъ тѣ мѣры, которыя выработала рудничная техника для предупрежденія взрыва и уменьшенія вредныхъ его послѣдствій. Рудничный газъ не составляетъ неотъемлемой принадлежности каменноугольныхъ рудниковъ и, напримѣръ, въ Силезіи рудники, содержащіе газъ, являются совершенно исключительными. Подъ именемъ рудничнаго или гремучаго газа подразумѣвается смѣсь воздуха съ метаномъ, выдѣляющимся въ большемъ или меньшемъ количествѣ изъ забоевъ новыхъ выработокъ. При отсутствіи пыли смѣсь эта становится взрывчатой лишь при опредѣленномъ, не менѣе 5—6% содержаніи газа въ воздухѣ и взрываетъ только тогда, когда она будетъ нагрѣта до температуры краснаго каленія. Присутствіе мелкой легко воспламеняющейся угольной пыли увеличиваетъ въ значительной степени опасность взрыва, такъ какъ во-первыхъ взрывъ происходитъ при этомъ и при значительно меньшемъ содержаніи газа въ воздухѣ и во-вторыхъ воспламененіе пыли можетъ послужить толчкомъ для взрыва газа. Удаленіе пыли изъ рудника, особенно въ мѣстахъ передъ новыми за-

боями, гдѣ выдѣляется наибольшее количество газа, составляетъ одну изъ мѣръ для предупрежденія взрывовъ. Съ этою цѣлью въ рудникъ проводится по трубамъ вода и при помощи гуттаперчевыхъ рукавовъ (см. фиг. 273) съ насадками, снабженными мелкими отверстіями, производятъ взбрызгиванье пространства передъ забоемъ, чтобы смочить носящуюся въ воздухѣ пыль и тѣмъ заставить ее осѣсть на почву и стѣны выработки. Такое взбрызгиванье необходимо дѣлать передъ каждымъ паленіемъ шнуровъ, такъ какъ именно въ это время пыль воспламеняется легче всего.

Наиболѣе дѣйствительнымъ средствомъ противъ возможности взрыва была и



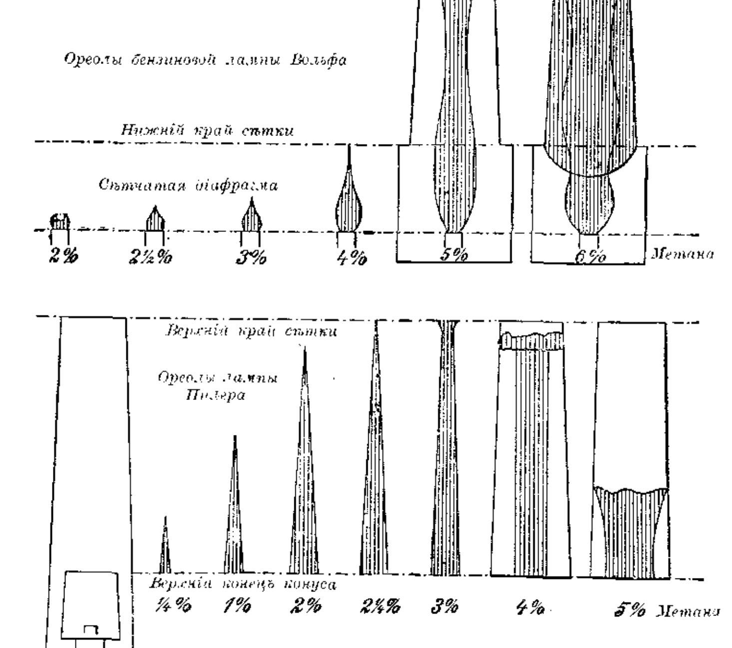
273. **Взбрызгиванье каменноугольной пыли.**
Изъ книги Бёрнера и Георги „Углекопы". Изданіе фирмы „Грацъ и Герлахъ" во Фрейбергѣ.

остается усиленная вентиляція рудника съ цѣлью понизить содержаніе газа въ воздухѣ до такой нормы (менѣе 2%), при которой взрыва не можетъ произойти.

Далѣе, чтобы уничтожить непосредственную причину взрыва, въ каменноугольныхъ рудникахъ давно уже работаютъ съ предохранительными лампами, пламя которыхъ отдѣлено отъ окружающей среды металлической сѣткой съ мелкими отверстіями. Благодаря значительной своей теплопроводности сѣтка поглощаетъ большую часть теплоты, развивающейся при взрывахъ внутри лампы и взрывъ не передается наружному воздуху. На фиг. 274 представлена первая, по времени своего изобрѣтенія, предохранительная лампа Деви, предложенная имъ еще въ 1815 году. Пламя лампы окружено сѣткой, не допускающей передачу взрыва наружному воздуху. Лампы болѣе новой конструкціи снабжаются цилиндромъ изъ толстаго стекла, окружающимъ пламя лампы и пропускающимъ значительно больше свѣта, нежели сѣтка въ

лампѣ Деви. Свѣжій воздухъ и продукты горѣнія поступаютъ въ лампу и выходятъ изъ нея черезъ отверстія сѣтки, окружающей верхнюю часть лампы.

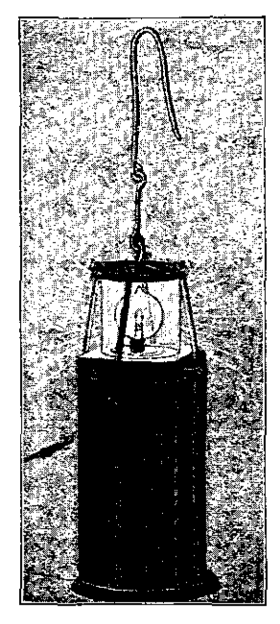
274. **Лампа Деви.** 275. **Лампа Мюзелера.** 276. **Лампа Вольфа.**



277. **Образованіе ореоловъ.**

На фиг. 275 и 276 представлены лампа Мюзелера и бензиновая лампа Вольфа, пользующіяся большимъ распространеніемъ, первая — на каменноугольныхъ копяхъ Бельгіи, а вторая — Германіи. Лампа Мюзелера характеризуется трубою для выхода продуктовъ горѣнія, а лампа Вольфа — кромѣ того матеріаломъ для освѣщенія, каковымъ въ этой лампѣ является бензинъ, характеризуется еще особымъ магнитнымъ затворомъ. Благодаря этому затвору, рабочій въ рудникѣ не можетъ открыть лампы; если пламя потухнетъ, то лампа вновь зажигается помощью особаго огнива, дающаго искры внутри лампы.

Предохранительныя лампы, кромѣ своего прямого назначенія — служить для освѣщенія рудниковъ, играютъ еще роль указателей гремучаго газа. Съ этою цѣлью пламя лампы уменьшаютъ и осторожно подносятъ лампу къ кровлѣ выработки, гдѣ замѣчается наибольшее скопленіе газа, вслѣдствіе его малаго удѣльнаго вѣса. Въ присутствіи газа вокругъ пламени образуется *голубой ореолъ, величина и блескъ котораго зависятъ отъ содержанія газа* въ воздухѣ и отъ качества освѣтительнаго матеріала лампы. На фиг. 277 показаны сверху — величина ореола получающагося при различномъ содержаніи газа въ лампѣ Вольфа, а внизу величина ореола для спиртовой лампы Пилера, устроенной на подобіе лампы Дэви. Какъ видно изъ чертежа лампа Пилера отличается большею чувствительностью. Появленіе ореола начинается здѣсь уже при содержаніи газа въ $^1/_4$%, а при $2^1/_4$% ореолъ достигаетъ крышки лампы и пользованіе послѣдней становится уже опаснымъ.



278. Электрическая лампа Поллака.

Переносныя электрическія лампы съ аккомуляторами (фиг. 278) являются также предохранительными *лампами, такъ какъ раскаленная угольная нить этихъ* лампъ не соприкасается съ наружнымъ воздухомъ. Однако, электрическія лампы, по причинѣ дорогой своей стоимости и значительнаго вѣса, мало распространены въ рудникахъ и примѣняются въ тѣхъ только случаяхъ, когда приходится работать въ атмосферѣ, неспособной поддерживать горѣнія.

Особыя предосторожности принимаются въ каменноугольныхъ рудникахъ и при работѣ со взрывчатыми веществами. Шпуры заряжаются при этомъ такъ называемыми безопасными веществами, не дающими *вспышки при взрывѣ и развивающими массу* продуктовъ, нагрѣтыхъ до невысокой, сравнительно, температуры. Для паленія шпуровъ примѣняются электрическія искры и особыя, предохранительныя затравки, которыя не соприкасаются съ наружнымъ воздухомъ. Изъ числа безопасныхъ взрывчатыхъ веществъ назовемъ здѣсь робуритъ и секуритъ, состоящіе изъ азотнокислаго аммонія и динитробензола, вестфалитъ изъ азотнокислаго аммонія 94% и 6% смолы. Азотнокислый аммоній является главною составною частью даменита и прогрессита. Въ противоположность этому такъ называемый угольный карбонитъ *азотнокислаго аммонія не содержитъ и состоитъ* изъ нитроглицерина, калійной селитры и ржаной муки.

Испытаніе степени безопасности всѣхъ этихъ веществъ производится въ особыхъ испытательныхъ штольняхъ, куда вводится взрывчатая смѣсь съ прибавленіемъ въ нужныхъ случаяхъ мелкой угольной пыли.

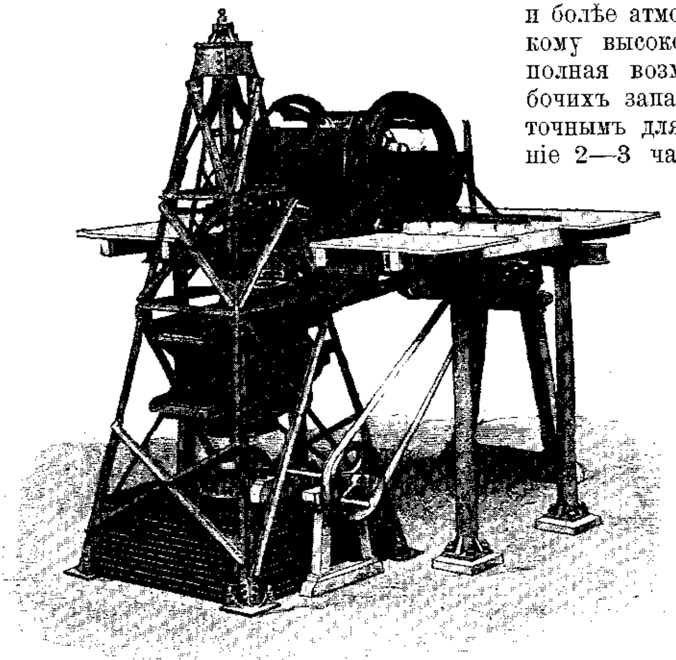
Новымъ источникомъ опасности отъ взрыва послужило введеніе въ практику горнаго дѣла электрической передачи силы, такъ въ мѣстахъ контакта проводниковъ, въ коммутаторахъ динамомашинъ и въ другихъ мѣстахъ происходятъ искры, которыя могутъ служить причиною взрыва. Всѣ эти мѣста должны быть уединены отъ окружающаго воздуха проволочными сѣтками. Самые проводники уединяются непроницаемой для воздуха свинцовой оболочкой, чтобы избѣжать взрыва отъ соприкосновенія съ раскаленною проволокою проводника, по которому идетъ слишкомъ сильный токъ. Отъ раскаливанья проводника оболочка плавится, что и служитъ предупрежденіемъ объ угрожающей опасности.

Большое число жертвъ унесли часто повторяющіеся за послѣднее время

рудничные пожары. Пожары встрѣчаются правда и на металлическихъ рудникахъ, но гораздо болѣе частыми они являются на каменноугольныхъ копяхъ, такъ какъ здѣсь появленіе пожара происходитъ не только отъ неосторожности рабочихъ, но и отъ способности угля къ самовозгоранію. Нѣкоторые сорта угля поглощаютъ изъ воздуха массу кислорода, причемъ самъ уголь значительно нагрѣвается. Этому нагрѣванію способствуетъ давленіе кровли и окисленіе часто встрѣчающихся въ углѣ колчедановъ, отчего температура повышается иногда до такой степени, что уголь загорается. Если своевременно не будутъ приняты мѣры, то пожаръ можетъ охватить большое пространство; загорается не только уголь, но и крѣпь, въ выработкахъ распространяется удушливый, ѣдкій дымъ, состоящій изъ окиси углерода и углекислоты и рабочіе задыхаются. Мѣры борьбы съ пожарами могутъ быть двоякаго рода: 1) предупредительныя, каковы напримѣръ необходимость обращаться съ величайшею осторожностью со всѣми горючими веществами, необходимость вынимать изъ рудника по возможности весь уголь, необходимость имѣть въ рудникѣ достаточный запасъ матеріаловъ для тушенія пожара и т. п., и 2) мѣры непосредственной борьбы съ начавшимся уже пожаромъ. Наиболѣе дѣйствительнымъ средствомъ для этой послѣдней цѣли служитъ прекращеніе доступа свѣжаго воздуха къ мѣсту пожара, для чего въ надлежащихъ мѣстахъ рудника воздвигаются непроницаемыя для воздуха перемычки изъ огнеупорной глины. Если и это средство не помогаетъ, то прибѣгаютъ къ затопленію рудника водою съ разсчетомъ впослѣдствіи откачать ее машинами.

Если мѣсто, гдѣ произошелъ пожаръ, находится близъ поверхности земли, то борьба съ нимъ становится почти невозможною. На поверхности образуются трещины и обвалы, черезъ которые воздухъ проникаетъ къ мѣсту пожара и послѣдній можетъ, какъ это наблюдается близъ Дудвейлера въ Силезіи, продолжаться десятки лѣтъ. Растительность погибаетъ отъ внутренняго жара, изъ нѣдръ земли выдѣляется густой дымъ, въ почвѣ происходятъ внезапные провалы, что дѣлаетъ ее опасной для жилья. Работы по тушенію пожара приходится часто вести въ атмосферѣ, неспособной поддерживать дыханія, такъ какъ притокъ свѣжаго воздуха способствуетъ усиленію пожара. Для работы въ такихъ условіяхъ пользуются аспираторами, которые въ настоящее время настолько усовершенствовались, что, пользуясь ими, легко вести текущія работы по тушенію пожара и только для работъ по спасенію погибшихъ при пожарѣ аппараты эти оказываются непригодными.

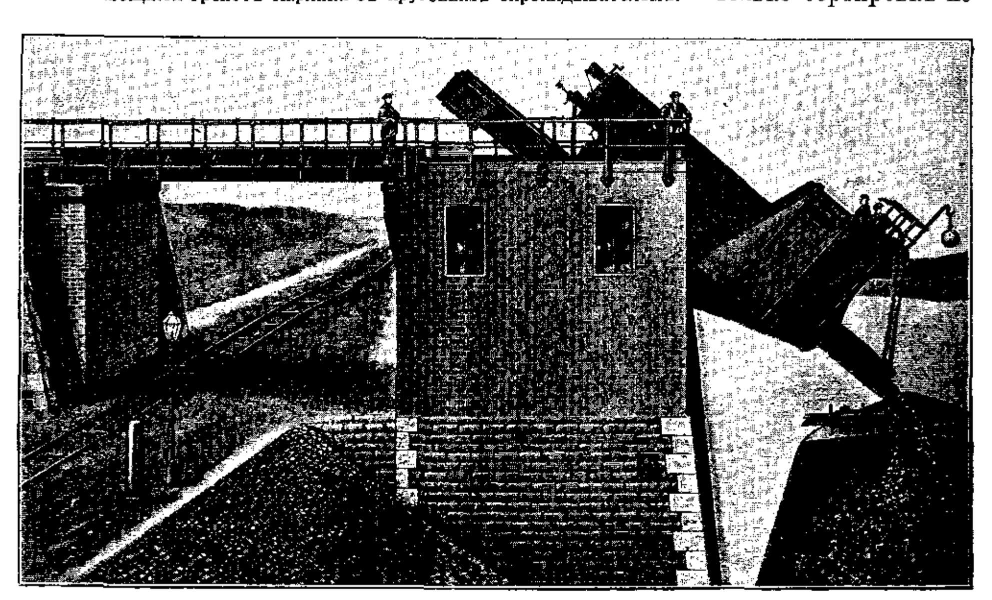
Аспираторы старой конструкціи были устроены на подобіе водолазныхъ аппаратовъ и состояли изъ металлическаго шлема со стеклами для глазъ, въ который по резиновому рукаву поступалъ необходимый для дыханія воздухъ. Аппараты эти оказались малопригодными именно потому, что рабочій былъ поставленъ въ необходимость тащить за собою длинный рукавъ, и вѣсъ этого рукава ограничивалъ разстояніе, на которое рабочій могъ отойти отъ насоса, подающаго ему свѣжій воздухъ. Чтобы отойти на большое разстояніе, приходилось подвигаться звеньями, устроивъ на пути нѣсколько станцій съ насосами подающими воздухъ одинъ другому. Неудобства такого передвиженія вызвали цѣлый рядъ попытокъ построить аспираторы, которые дѣлали бы рабочаго совершенно независимымъ отъ насоса. Съ этою цѣлью было испробовано очищеніе испорченнаго дыханіемъ воздуха, пропуская его черезъ трубки съ ѣдкимъ каліемъ для поглощенія углекислоты — но такой пріемъ оказался неудобнымъ, такъ какъ воздухъ, очищенный отъ углекислоты, былъ все-таки мало пригоденъ для дыханія вслѣдствіе малаго содержанія кислорода. Въ новѣйшее время были сдѣланы важныя усовершенствованія въ конструкціи аспираторовъ примѣненіемъ электрическаго освѣщенія, не нуждающагося въ кислородѣ и резервуаровъ, въ которыхъ находится необходимый для дыханія кислородъ, подъ весьма значительнымъ давленіемъ въ 100



279. **Качающійся грохотъ Карлика съ круговымъ опрокидывателемъ.**

и болѣе атмосферъ. Благодаря такому высокому давленію имѣется полная возможность снабдить рабочихъ запасомъ кислорода, достаточнымъ для работы въ продолженіе 2—3 часовъ, что значительно облегчаетъ доступъ въ выработки, въ которыхъ произошелъ пожаръ или взрывъ газа, непосредственно послѣ катастрофы и дѣлаетъ болѣе успѣшными спасеніе рабочихъ, застигнутыхъ ею. Намъ остается сказать нѣсколько словъ объ обогащеніи угля и нагрузкѣ его въ вагоны и суда.

Если уголь, получаемый изъ рудника, достаточно чистъ, то его подвергаютъ только сортировкѣ по



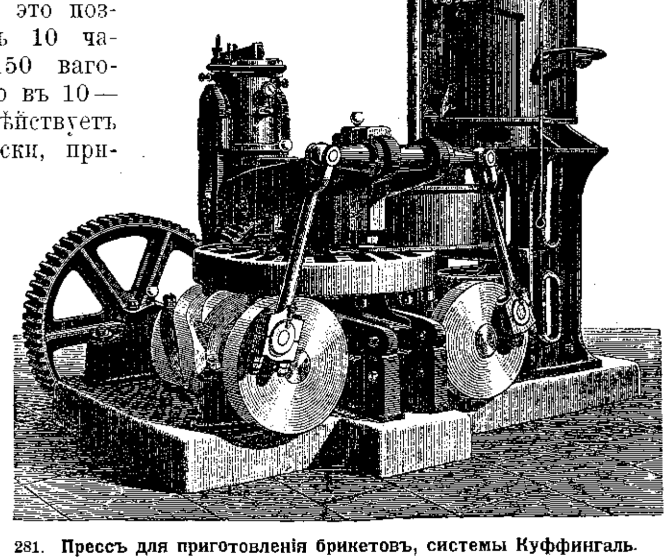
280. **Самодѣйствующій опрокидыватель для желѣзнодорожныхъ вагоновъ.**
Фирмы Грузонверкъ въ Боквѣ.

крупности зерна. Съ этою цѣлью уголь изъ рудника поступаетъ сначала на колосниковый грохотъ, на которомъ отдѣляется кусковый уголь отъ угольной мелочи. Кусковый уголь поступаетъ въ вагоны или магазины и идетъ въ продажу, а угольная мелочь подвергается дальнѣйшей сортировкѣ. Наиболѣе удобными для этой послѣдней цѣли являются качающіеся грохота системы Кар-

лика (см. фиг. 279), отличающіеся громадной производительностью — грохотъ съ поверхностью рѣшета въ 2 кв. метра способенъ пропустить въ 10 часовую смѣну до 60 двойныхъ вагоновъ угольной мелочи. Изъ грохотовъ уголь помощью безконечной ленты поступаетъ или прямо въ вагоны желѣзныхъ дорогъ, или въ особые магазины и изъ нихъ уже грузится въ вагоны.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда уголь содержитъ много пустой породы, какъ это имѣетъ мѣсто въ Вестфаліи, Саарбрюкенѣ, Цвиккау и другихъ мѣстахъ, его подвергаютъ обогащенію съ цѣлью выдѣлить большую часть породы. Сущность обогащенія угля и характеръ примѣняемыхъ при этомъ приборовъ вполнѣ аналогичны обогащенію рудъ, почему мы и не будемъ останавливаться на этомъ процессѣ.

Особое вниманіе отводится за послѣднее время нагрузкѣ угля изъ вагоновъ въ суда съ цѣлью сдѣлать операцію болѣе производительной, дешевой и избѣжать, *по возможности, вреднаго для угля измельченія* крупныхъ кусковъ. Однимъ изъ грандіозныхъ устройствъ этого рода является нагрузочная платформа фирмы Круппа (см. фиг. 280), построенная ею для одной изъ пристаней на Рурѣ въ Вестфаліи. Устройство это позволяетъ разгрузить въ 10 часовую смѣну до 120—150 вагоновъ угля вмѣстимостью въ 10—15 тоннъ каждый и дѣйствуетъ совершенно автоматически, причемъ живая сила, развивающаяся при опрокидываньи груженаго вагона, собирается особымъ пріемникомъ и утилизируется для обратнаго подъема пустого вагона. Уголь поступаетъ на барку по особому жолобу, который можно поднять во время смѣны барокъ и тѣмъ регулировать нагрузку.



281. **Прессъ для приготовленія брикетовъ, системы Куффингаль.**
(Фирмы Шихтерманъ и Кремеръ въ Дортмундѣ.)

Брикетированіе угля служитъ важнымъ подспорьемъ для тѣхъ копей, уголь которыхъ неспособенъ спекаться, такъ какъ оно даетъ возможность утилизировать малоцѣнную мелочь.

Къ брикетируемому углю прибавляется до 8—10% смолы, часть которой замѣняется иногда варомъ и смѣсь пускается въ дезинтеграторъ Кара для измельченія и тѣснаго перемѣшиванія угля со смолою. Далѣе смѣсь подогрѣваютъ въ круглыхъ отражательныхъ печахъ съ мѣшалками, или въ особыхъ вращающихся цилиндрахъ (см. фиг. 281), черезъ которые пропускаютъ перегрѣтый паръ, до тѣхъ поръ пока смѣсь не нагрѣется до температуры 200°, послѣ чего изъ нея формуютъ брикеты. Наибольшимъ распространеніемъ на обогатительныхъ фабрикахъ Вестфаліи пользуется прессъ Куффингаля, состоящій изъ вращающагося горизонтальнаго стола и двухъ прессовъ, дѣйствующихъ сверху и снизу. Столъ поворачивается каждый

разъ на опредѣленную величину, затѣмъ наступаетъ пауза, въ продолженіе которой прессы, надавливая на подошедшую подъ нихъ массу, формуютъ брикетъ. Вслѣдъ затѣмъ столъ снова дѣлаетъ поворотъ и готовый брикетъ поступаетъ подъ особый прессъ, который сталкиваетъ его на безконечную ленту, доставляющую брикеты къ нагрузочной платформѣ. Масса для формовки брикетовъ поступаетъ изъ особой воронки на мѣстѣ противуположномъ нажимнымъ прессамъ. Прессъ и цилиндръ для нагрѣва массы часто соединяются вмѣстѣ, какъ это показано на фиг. 281. Получающіеся брикеты вѣсятъ обыкновенно до 3 килогр. и прессъ описаннаго устройства можетъ дать въ 10 часовую смѣну до 50 тоннъ такихъ брикетовъ.

Для домашняго потребленія формуются мелкіе брикеты величиною съ орѣхъ. Формовка производится пропусканіемъ массы черезъ вращающіеся валки, въ которыхъ сдѣланы углубленія полуяйцевидной формы, причемъ углубленія одного валка соотвѣтствуютъ углубленіямъ другого.

Бурый уголь.

Бурый уголь является по своему значенію для промышленности слѣдующимъ за каменнымъ углемъ горючимъ ископаемымъ. Пласты бураго угля имѣютъ обыкновенно весьма пологое паденіе, чѣмъ и обусловливается общее сходство разработокъ этого ископаемаго съ разработкою пластовъ каменнаго угля. Детали же разработки часто значительно отличаются для бураго угля, такъ какъ пласты этого ископаемаго имѣютъ весьма значительную мощность, доходящую до 15 и болѣе метровъ и покрыты небольшимъ, сравнительно, слоемъ наносовъ, каковы песокъ, глина и др. Толщина слоя наносовъ часто бываетъ столь незначительна, что становится выгоднымъ вскрыть все поле разработки и добывать уголь открытыми работами, примѣненіе которыхъ для добычи каменнаго угля возможно лишь въ совершенно исключительныхъ случаяхъ.

Въ природѣ существуетъ нѣсколько разновидностей бураго угля, отличающихся другъ отъ друга своимъ составомъ и сложеніемъ. Землистый уголь характеризуется землистымъ строеніемъ, легко истирается въ порошокъ и совершенно не блестящъ. Разность этого угля, богатая водою, называется моховымъ углемъ и пользуется большимъ распространеніемъ въ прусской провинціи Саксоніи, Бранденбургѣ и смежныхъ съ ними провинціяхъ. Курнымъ углемъ (Пирописсситомъ) называется богатая бутуминозными веществами разность бураго землистаго угля, примѣняемая для приготовленія буроугольной смолы, фотогена, парафина, соляроваго и парафиноваго маселъ, причемъ въ качествѣ остатка отъ перегонки получается буроугольный коксъ. Среди пластовъ землистаго угля замѣчаются иногда скопленія лигнита— бураго угля, сохранившаго древесную структуру въ видѣ отдѣльныхъ стволовъ большихъ деревьевъ, или въ видѣ залежей, образовавшихся неполнымъ разложеніемъ болѣе мелкихъ породъ растеній. Лигнитъ иногда до такой степени сохраняетъ свойства древесины, что большіе куски его приходится раздѣлять на части помощью топора. Наиболѣе цѣнной и находящей себѣ многообразное примѣненіе разновидностью бураго угля является смолистый бурый уголь, обширныя мѣсторожденія котораго находятся въ сѣверной Богеміи. Смолистый уголь отличается трещиноватостью, смолистымъ блескомъ; большіе куски его легко раскалываются и даютъ раковинную отдѣльность, что дѣлаетъ его особенно пригоднымъ для домашняго потребленія и способствуетъ значительному распространенію въ Германіи.

Изъ европейскихъ мѣсторожденій бураго угля особенно замѣчательны по добычѣ этого ископаемаго мѣсторожденія сѣверной Богеміи и прусскаго округа Галле. Въ 1896 году добыча бураго угля въ Богеміи составляла 15 милліоновъ тоннъ на сумму около 43 милліоновъ марокъ, причемъ задол-

жалось до 27 000 рабочихъ. Въ Галле въ томъ же году 26-ю тысячами рабочихъ было добыто 19 милліоновъ тоннъ на сумму 42 милліона марокъ. Изъ германскихъ мѣсторожденій кромѣ Галле бурый уголь добывается еще близъ Кельна около 2 мил. тоннъ, въ королевствѣ Саксонія — 1 мил., и въ верхней Баваріи — около $^1/_2$ мил. тоннъ. Въ Австріи — кромѣ Богемскихъ — наибольшее количество угля (около 2,5 мил. тоннъ) добывается въ Штейермаркѣ.

Разсмотримъ болѣе подробно разработку бураго угля въ сѣверной Богеміи.

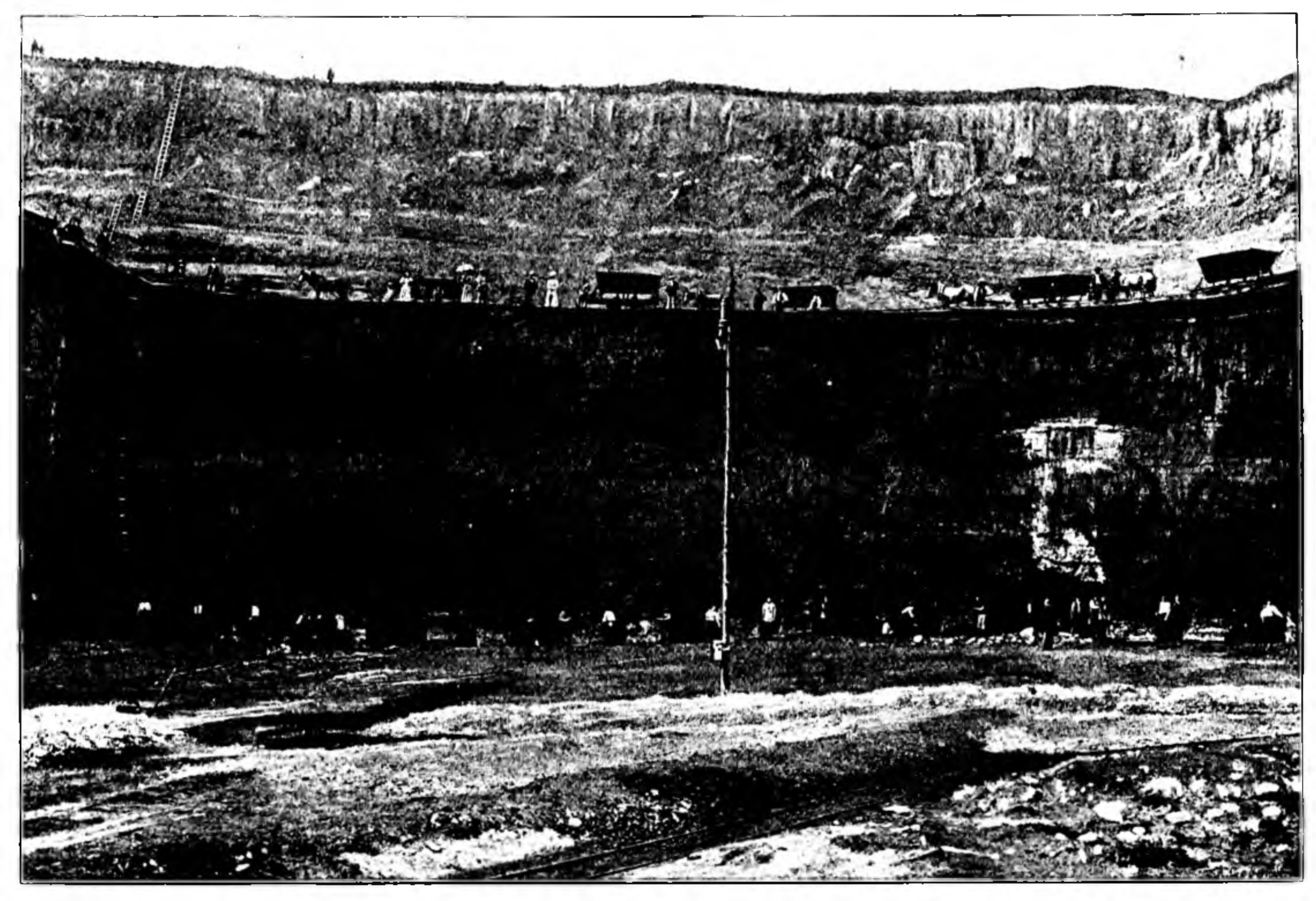
Разработки бураго угля въ этой странѣ тянутся отъ Эгера къ востоку до Аусcига на Эльбѣ, прерываясь лишь у Карлсбада мощными выходами базальтовъ и фонолитовъ. Наибольшее число рудниковъ сосредоточивается между Теплицомъ и Брюксомъ и указанная мѣстность имѣетъ всѣ признаки мощнаго развитія промышленности. Полная оживленія картина открывается наблюдателю, осматривающему мѣстность съ вершинъ южнаго отрога Рудныхъ горъ, каковы напримѣръ — Розенбургъ близъ Граупена, Эйхвальдъ или Оссегъ и съ извѣстной туристамъ Комариной башни.

Въ долинѣ между Руднымъ кряжемъ и Среднебогемскимъ хребтомъ, окружающимъ долину своими острыми конусообразными вершинами, видны расположенныя близъ мѣстечекъ и городовъ многочисленныя надшахтныя зданія и громадные отвалы пустой породы и угольной мелочи. Мѣстность прорѣзывается многочисленными вѣтвями подъѣздныхъ путей для доставки угля отъ копи къ станціямъ транзитныхъ дорогъ. Какъ и вездѣ, гдѣ добывается много горючаго — здѣсь сосредоточена масса сахарныхъ, стекольныхъ, фарфоровыхъ, желѣзодѣлательныхъ и другихъ заводовъ, вносящихъ оживленіе въ общую жизнь страны.

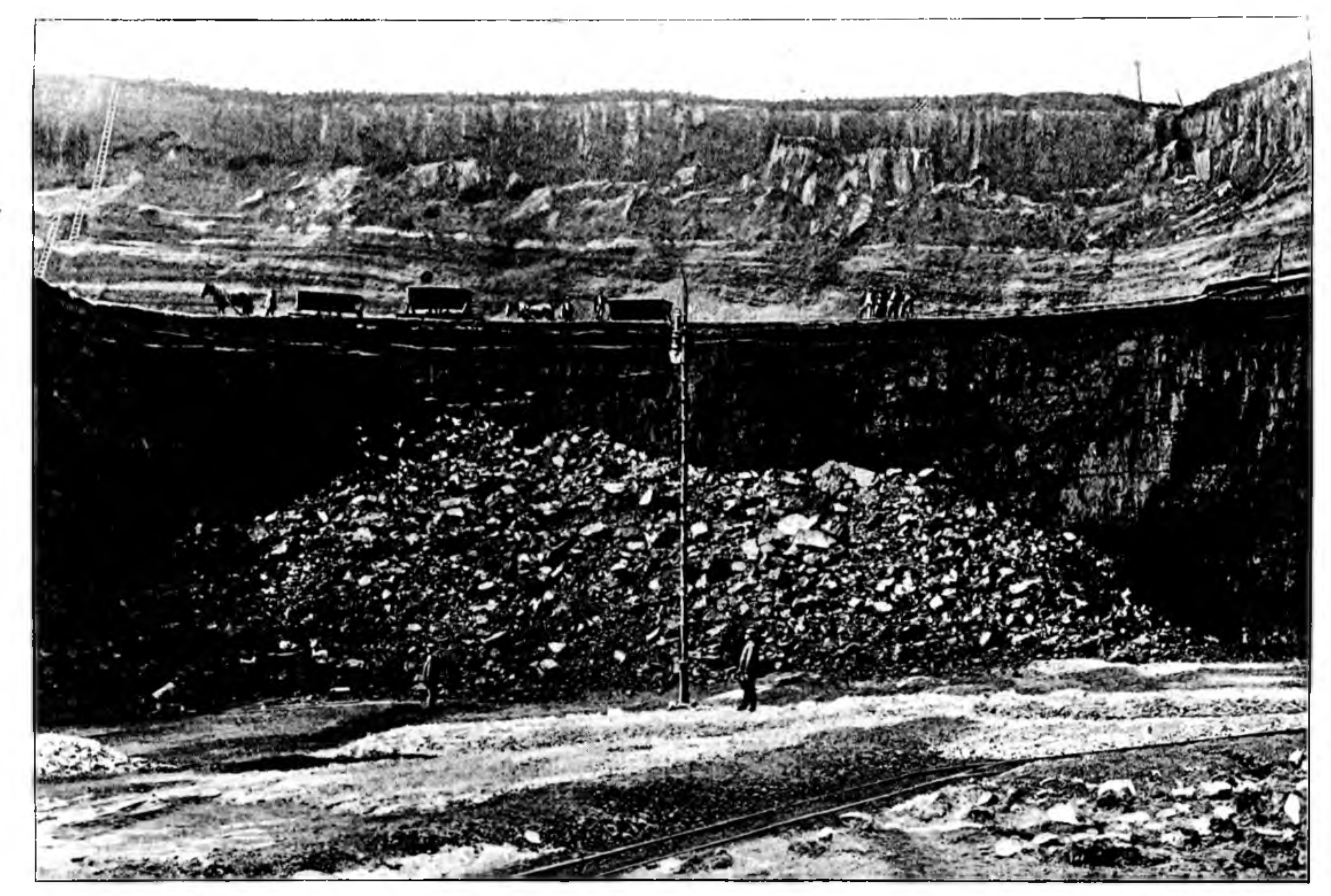
Здѣсь работается только одинъ пластъ мощностью въ 10—30 метровъ, причемъ примѣняется какъ подземная добыча, такъ и открытыя работы въ тѣхъ случаяхъ, когда незначительная мощность наносовъ позволяетъ вести послѣднія. Общій видъ добычи открытыми работами показанъ на прилагаемыхъ фиг. 282 и 283. Фиг. 282 представляетъ разработку одного изъ уступовъ въ моментъ передъ взрывомъ заложенныхъ въ немъ шпуровъ, и рабочіе ждутъ только сигнала, чтобы зажечь шпуры, а фиг. 283 представляетъ тотъ же уступъ въ моментъ, непосредственно слѣдующій за взрывомъ. Породы, составляющія кровлю пласта, вскрыты на большомъ разстояніи. Для выемки подготовляется обыкновенно полоса уступа около 30 метровъ длиною и 10 метровъ шириною, для чего въ почвѣ уступа проводятся пересѣкающіеся штреки въ 2 метра высотою и 2,5 метра шириною, изъ остающихся между ними столбовъ вынимаютъ постепенно уголь до тѣхъ поръ, пока они не начнутъ ломаться подъ давленіемъ лежащей надъ ними толщи угля. Когда это начнется, въ столбахъ выбуриваютъ шпуры, заряжаютъ ихъ и взрываютъ одновременно всѣ шпуры. Отъ сотрясенія при взрывѣ обваливается вся масса угля надъ бывшими столбами, причемъ уголь самъ собою дробится на куски, удобные для доставки. При одновременномъ обрушеніи полосы указанныхъ размѣровъ и мощности пласта въ 20 метровъ получается количество угля, достаточное для нагрузки 600 вагоновъ вмѣстимостью около 10 тоннъ каждый.

Обвалившійся уголь доставляется по штрекамъ къ шахтѣ, находящейся на краю уступа, поднимается по шахтѣ на поверхность, здѣсь сортируется на огромныхъ барабанахъ по крупности зерна и нагружается въ вагоны желѣзныхъ дорогъ.

Открытыя работы становятся однако невыгодными при значительной толщѣ покрывающихъ мѣсторожденіе породъ, такъ какъ цѣнность добываемаго при этомъ угля не въ состояніи покрыть расходовъ по вскрышѣ пласта. Въ такихъ случаяхъ приходится вести добычу угля подземными работами, кото-

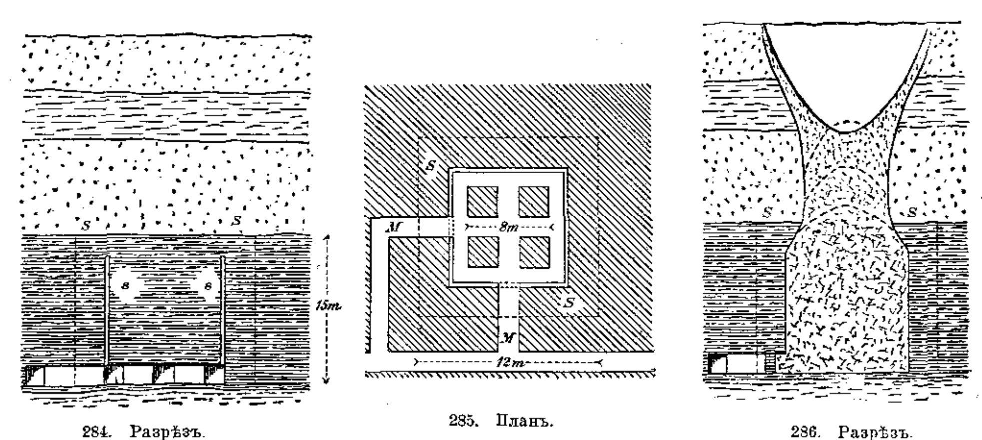


282. **Открытыя разработки для добычи бураго угля въ Сѣверной Богеміи. Шахты Рихарда Гартмана въ Ладовицахъ близъ Дюкса. Моментъ передъ взрывомъ шпуровъ.** Съ фотографіи Карла Питцнера въ Теплицѣ.



283. То же послѣ взрыва.

рыя здѣсь также отличаются большой своеобразностью. На фиг. 284—286 представлены различныя стадіи этихъ работъ. Добыча ведется камерами, имѣющими въ поперечномъ сѣченіи форму квадрата, площадь котораго зависитъ отъ мощности пласта и прочности угля. Въ представленномъ на чертежѣ случаѣ пластъ достигаетъ мощности 15 метровъ, уголь отличается значительной прочностью и камеры дѣлаются 12 метровъ въ сторонѣ квадрата (см. пункт. фиг. 285), причемъ вокругъ камеры остается невынутымъ цѣликъ угля мощностью около 3 метровъ (*S*—фиг. 285) для поддержки кровли во время добычи. Добычу начинаютъ проходкой штрека *M*, соединяющаго камеру съ шахтой, и отъ него граничнаго штрека, окружающаго камеру квадратной формы. При проведеніи этого штрека кровля послѣдняго покоится на остающемся въ центрѣ камеры столбѣ угля въ 8 метровъ въ поперечникѣ. Начиная съ кровли граничнаго штрека ведутъ подработкой потолка узкую выработку кверху (*S*—фиг. 284), которой отдѣляютъ подле-



284. Разрѣзъ. 285. Планъ. 286. Разрѣзъ.

284—286. Подземная добыча бураго угля въ Сѣверной Богеміи.
284 и 285. Подготовительныя работы, 286 Разрѣзъ выработки послѣ обвала.

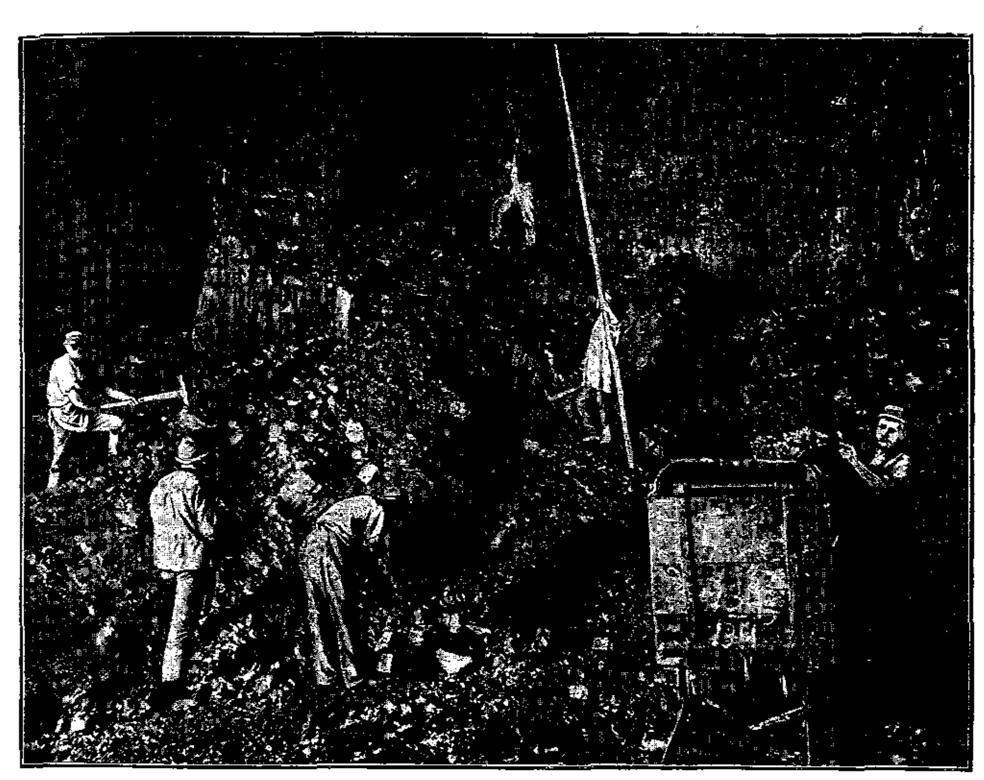
жащую обвалу часть угля отъ предохранительнаго цѣлика. Выработку эту не доводятъ до потолка на два — три метра, чтобы оставить при обрушеніи толщу угля въ потолкѣ, такъ какъ уголь служитъ болѣе надежной кровлей, чѣмъ покрывающіе пластъ наносы. Въ почвѣ пласта также оставляется толща угля мощностью въ $^1/_2$ метра, чтобы предохранить уголь отъ смѣшенія съ пустою породою почвы.

Когда узкая выработка вокругъ камеры готова, приступаютъ къ выемкѣ центральнаго столба, для чего его разсѣкаютъ двумя взаимноперпендикулярными штреками на четыре части и вынимаютъ каждый отдѣльный столбъ до тѣхъ поръ, пока онъ не начнетъ давать трещинъ отъ давленія окружающихъ породъ. Послѣ этого въ столбахъ закладываютъ шпуры и, подобно тому, какъ это дѣлалось при открытыхъ работахъ, взрываютъ одновременно всѣ шпуры, отчего обрушается уголь, заключенный между кровлей пласта и указанной узкой выработкой, ограничивающей камеру со стороны цѣлика. Обвалившійся уголь нагружаютъ въ вагоны и доставляютъ къ шахтѣ. Фиг. 287 представляетъ работы по уборкѣ обрушившагося угля въ одной изъ камеръ шахты Гартмана въ Ладовицахъ близъ Дюкса. Находящаяся у одного изъ рабочихъ длинная жердь служитъ для ощупыванья потолка и и для обрушенія глыбъ угля, которыя могли бы нечаяннымъ своимъ паденіемъ придавить рабочихъ.

Когда уголь изъ такой камеры вынутъ, доступъ въ нее преграждаютъ

кирпичной стѣнкой и камера мало по малу заполняется обвалившимися съ кровли и стѣнъ кусками угля и пустой породы. Если камера находится неглубоко подъ поверхностью земли, обвалъ отражается и на поверхности, образуя воронки (см. фиг. 286).

По мѣрѣ выработки обрушаются и смежныя камеры и происходитъ опусканіе болѣе или менѣе значительной части поверхности земли, отчего образуется такъ называемое поле обвала. Когда, по прошествіи нѣкотораго времени, обвалившаяся порода слежится, то углубленія сглаживаются и на поверхности становится возможнымъ снова вести обработку почвы.



287. Доставка угля на рудникѣ Гартмана въ Ладовицахъ близъ Дюкса.
Съ фотографіи Карла Питцнера въ Теплицѣ.

Описанный способъ работы часто подвергается рѣзкой критикѣ, такъ какъ при примѣненіи его остается не вынутою значительная часть угля въ видѣ предохранительныхъ цѣликовъ вокругъ отдѣльныхъ камеръ, потолочной толщи въ кровлѣ выработки и т. п. На это можно возразить, что другіе болѣе совершенные способы выемки угля, оставляя несравненно меньшее количество угля не вынутымъ, требуютъ значительно большихъ расходовъ на крѣпленіе выработокъ во время выемки. Расходы эти при громадной мощности пластовъ угля возрастаютъ въ такой степени, что становится выгоднымъ оставить въ рудникѣ значительную часть угля, какъ продукта малоцѣннаго и тѣмъ избѣжать этихъ расходовъ.

Сказаннымъ объясняется необходимость примѣненія описаннаго способа добычи угля, несмотря на сопровождающую его значительную потерю ископаемаго, такъ какъ способъ этотъ является выгоднымъ съ экономической стороны, которая играетъ здѣсь важную роль.

Въ практикѣ разработки мѣсторожденій бураго угля въ Богеміи нерѣдко встрѣчались большія препятствія успѣшному ходу работъ. Такъ въ глубокихъ рудникахъ часто приходится имѣть дѣло съ обильнымъ выдѣленіемъ гремучаго газа, что дѣлаетъ необходимыми примѣненіе усиленной вентиляціи рудника и всѣхъ предосторожностей при работѣ, которыя были подробно описаны въ предыдущемъ отдѣлѣ. Далѣе въ буроугольныхъ рудникахъ часто встрѣчались и чисто мѣстныя затрудненія. Такъ въ январѣ 1879 г. въ выработки Дёллингершахты между Оссегомъ и Дюксомъ ворвалась вода минеральныхъ источниковъ Теплица, послѣ чего это повторялось еще дважды въ ноябрѣ 1887 и маѣ 1892 гг. Каждый разъ водою затоплялись не только разработки того рудника, гдѣ она показалась впервые, но и разра-



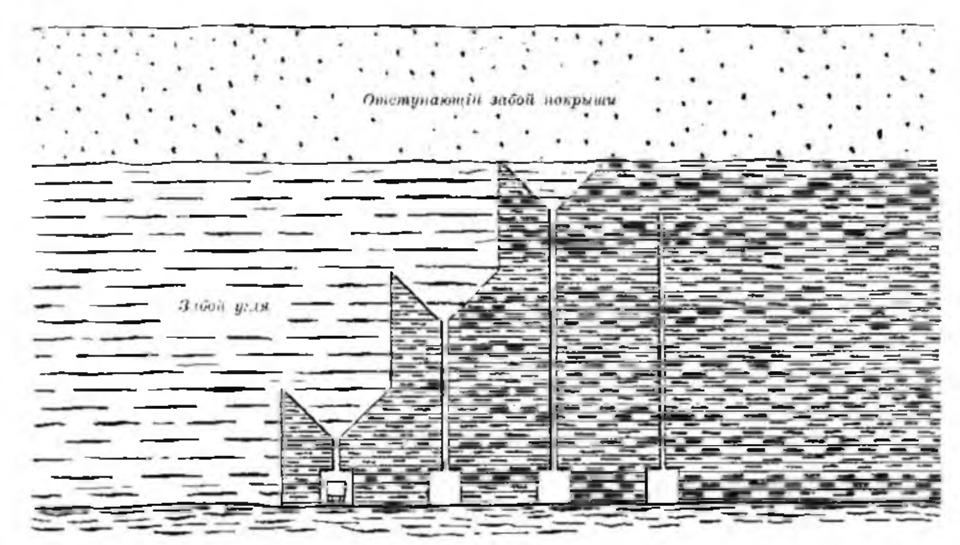
288. **Зданіе горнаго управленія общества буроугольныхъ копей близъ Брюкса, послѣ обвала 20 іюля 1895 года.**
Съ фотографіи Карла Питцнера въ Теплицѣ.

ботки рудниковъ смежныхъ, а во время перваго наводненія вода въ выработкахъ Дёллингершахты поднималась такъ быстро, что въ продолженіе 10 минутъ ею были заполнены всѣ выработки нижняго этажа, причемъ погибло 23 человѣка рабочихъ, не успѣвшихъ спастись. Спустя 40 минутъ вода показалась и въ сосѣднихъ рудникахъ, а черезъ нѣсколько дней послѣ этого изсякли Теплицкіе источники, чѣмъ и была установлена связь между наводнившей рудники водою и этими источниками. Исчезновеніе воды источниковъ тѣмъ болѣе поразило окрестныхъ жителей, что начиная съ 762 г., когда эти источники были открыты, они непрерывно давали воду и только во время большого землетрясенія въ Лиссабонѣ истеченіе воды въ нихъ прекратилось на нѣсколько минутъ. Благодаря могучимъ вспомогательнымъ средствамъ, которыми располагаетъ современная техника и благодаря детальному знанію геологическаго строенія мѣстности, удалось согласовать между собою интересы владѣльцевъ Теплицкихъ водъ и буроугольныхъ копей; горизонтъ сборнаго бассейна минеральныхъ водъ былъ опущенъ проведеніемъ шахты въ трещинѣ, изъ которой истекаютъ источники, а руд-

никамъ удалось прекратить доступъ воды въ выработки устройствомъ водонепроницаемыхъ перемычекъ.

Другое несчастіе, имѣвшее мѣсто въ іюлѣ 1895 года и память о которомъ еще свѣжа у окружающихъ жителей, причинило тяжкія потери жителямъ города Брюкса и сосѣднимъ копямъ.

При разработкѣ въ одной изъ шахтъ, въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ городомъ, была вынута обычнымъ порядкомъ верхняя камера и оставлена для обрушенія. Область обрушенія захватила неизвѣстную до тѣхъ поръ мощную залежь плывуна; по трещинамъ, образовавшимся при обвалѣ, плывунъ хлынулъ въ разработки и въ очень короткое время заполнилъ ихъ сплошь, такъ что добыча должна была прекратиться; въ то же время въ самомъ городѣ обрушился вокзалъ и масса сосѣднихъ съ нимъ домовъ; другія зданія были сильно повреждены образовавшимися подъ ними трещинами



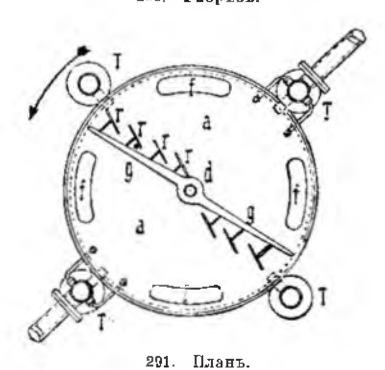
289. **Разработка дудками.**

въ почвѣ (см. фиг. 288), трещины изборозднли собою улицы города, а мѣстами на улицахъ образовались большія воронки. Катастрофа произошла такъ быстро, что нельзя было и думать о спасеніи чего либо въ провалившихся домахъ и рудники, и безъ того уже потерпѣвшіе сильный убытокъ отъ прекращенія работъ, должны были выплатить громадныя суммы потерпѣвшимъ городскимъ собственникамъ.

Нѣсколько отличается отъ описаннаго способъ добычи угля въ горномъ округѣ Галле въ Пруссіи. Благодаря значительно меньшей мощности пластовъ и меньшей прочности угля (здѣсь уголь — землистый) камеры при подземной добычѣ здѣсь дѣлаются значительно меньшихъ размѣровъ и не превышаютъ въ поперечномъ сѣченіи величины 4—6 метровъ въ сторонѣ квадрата. Для добычи открытыми работами здѣсь практикуется своеобразный способъ добычи дудками (см. фиг. 289). Въ почвѣ, подлежащей выемкѣ части пласта предварительно обнаженной отъ покрывающихъ породъ и доступной со стороны вынутой уже части, ведутъ въ разстояніи 10 м. другъ отъ друга штреки и прочно крѣпятъ ихъ деревомъ. Съ потолка штрека ведутъ буровую скважину въ 30 см. діаметромъ до тѣхъ поръ, пока она не выйдетъ на обнаженную поверхность пласта. Послѣ этого начинаютъ добычу кайлами ближайшей къ скважинѣ части пласта, причемъ бока уступа дѣлаются въ видѣ

воронки. Добытый уголь измельчается въ мелкіе куски, скатывается по бокамъ уступа къ устью скважины и по этой послѣдней внизъ въ подставленный вагонъ. Указанный способъ добычи угля пользуется большимъ распространеніемъ въ провинціи Саксоніи и уступы, разрабатываемые этимъ способомъ, тянутся часто на нѣсколько сотъ метровъ въ длину.

290. **Разрѣзъ.**



291. Планъ.

290 и 291. **Печь для подогрѣва буроугольной массы.**

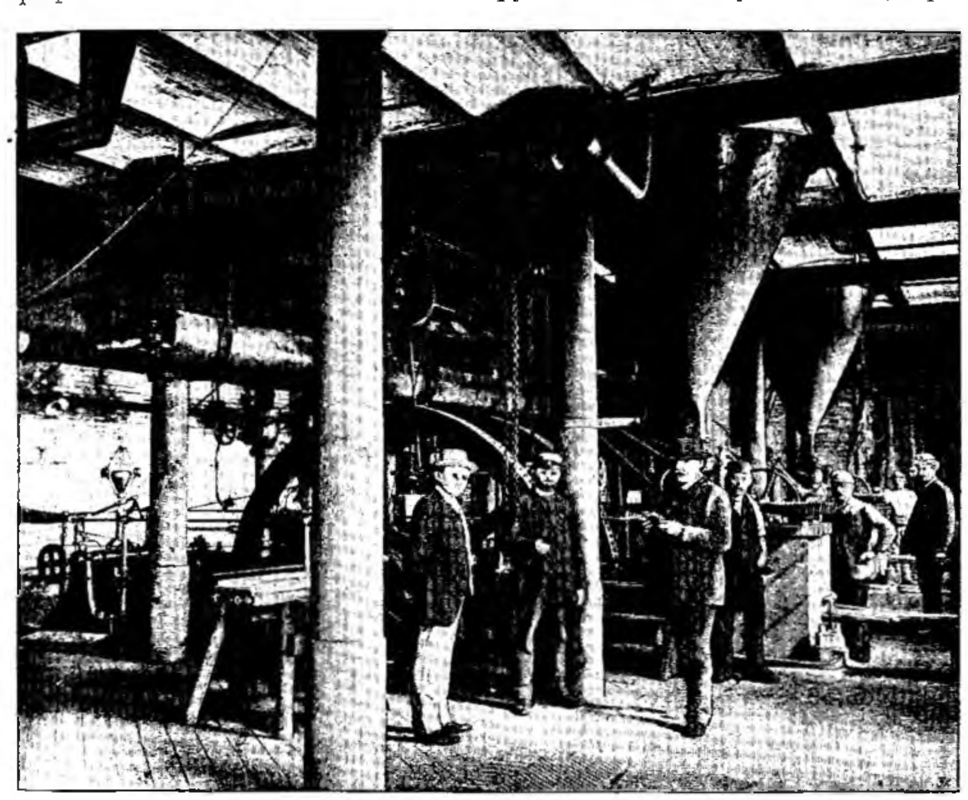
По причинѣ большой мягкости угля этихъ мѣсторожденій при добычѣ получается лишь весьма немного кусковаго угля, большая же часть его получается въ видѣ землистой массы съ содержаніемъ до 50 и болѣе процентовъ воды. Такая масса годится еще для фабричныхъ топокъ со ступенчатыми колосниками, но окончательно не пригодна для домашняго потребленія, на которое разсчитана вся добыча угля. Вотъ почему на большинствѣ рудниковъ устроены брикетные заводы, на которые и поступаетъ главная масса добытаго угля и уже въ видѣ брикетовъ идетъ въ продажу. Ранѣе въ большомъ ходу была формовка кирпичей изъ смѣси угольной массы съ водою, съ послѣдующей сушкою ихъ, но она постепенно вытѣсняется прессованіемъ брикетовъ изъ нагрѣтой массы съ прибавленіемъ смолы и напримѣръ въ 1894 году было всего 83 пресса для мокрой формовки кирпичей и 251 прессъ для приготовленія брикетовъ, причемъ число послѣднихъ за послѣднее время все болѣе и болѣе растетъ.

Дѣйствіе станковъ для формовки кирпичей изъ угольной массы въ смѣси съ водою до извѣстной степени аналогично дѣйствію станковъ для формовки кирпичей изъ глины. Добытая въ рудникѣ сырая мелочь сначала дробится на валкахъ, а затѣмъ поступаетъ въ особые лари, гдѣ къ ней прибавляется необходимое количество воды и вся масса тщательно перемѣшивается до тѣхъ поръ, пока изъ нея не получится однородной тѣстообразной массы. Изъ этого тѣста прессуется полоса прямоугольнаго сѣченія, отъ которой особыми ножами отрѣзываются все новые и новые кирпичи, по мѣрѣ подвиганія полосы впередъ. Размѣры кирпичей составляютъ $21 \times 10{,}5 \times 6$ см. Кирпичи получаются мягкими и сырыми и сушатся подобно сырцу изъ глины на открытомъ воздухѣ, причемъ выдѣлка и сушка кирпичей прекращаются во время зимы. Однимъ прессомъ можно приготовить въ часъ до 8000 кирпичей указанныхъ размѣровъ. Кирпичи продаются на мѣстѣ по $4\frac{1}{2}$ марки за 1000 шт. — но они плохо выносятъ перевозку, сильно засоряютъ топку, благодаря образованію пыли и отскакиванью мелкихъ кусковъ отъ кромокъ и угловъ и обладаютъ меньшей теплопроизводительной способностью, чѣмъ брикеты.

Значительная часть, примѣрно $^1/_3$ общей добычи угля идетъ въ настоя-

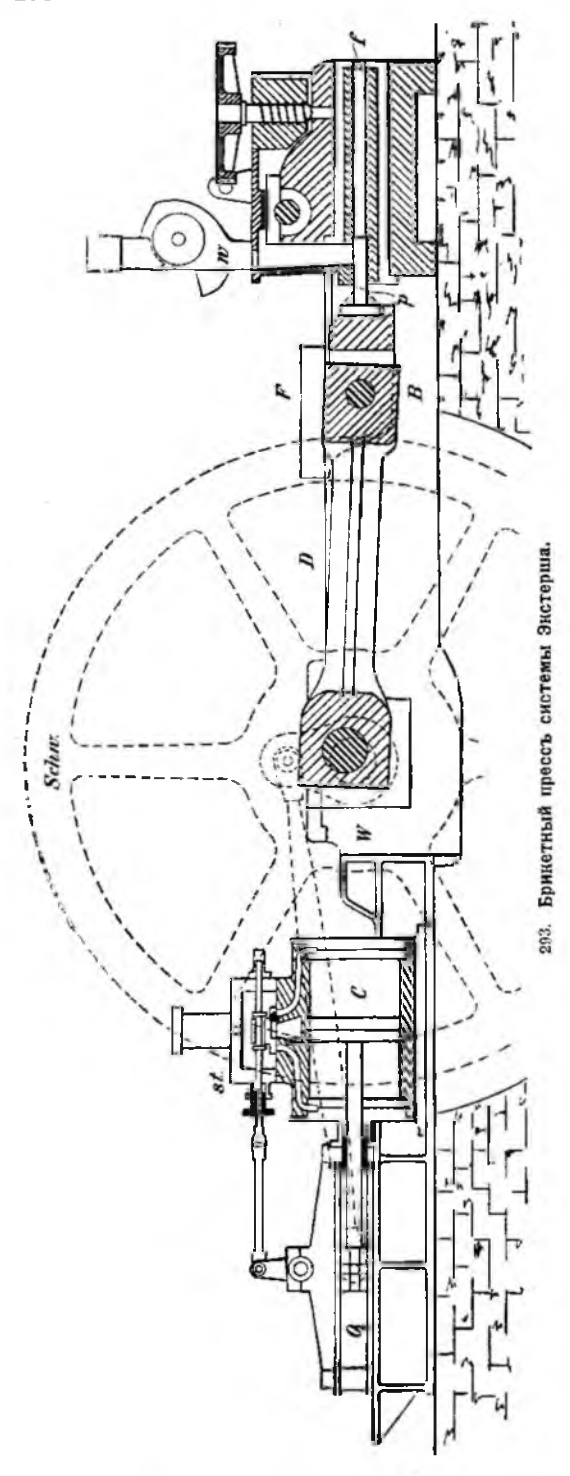
щее время на приготовленіе брикетовъ. Приготовленіе брикетовъ состоитъ изъ слѣдующихъ операцій: дробленія мелочи на зерна въ 2 мил. діаметромъ, сушки и подогрѣва раздробленной массы и собственно прессованія брикетовъ.

Дробленіе и просѣиванье угольной мелочи ведется помощью валковъ и рѣшетъ, имѣющихъ на всѣхъ фабрикахъ одно и то-же устройство. Самое изготовленіе брикетовъ производится на всѣхъ фабрикахъ помощью однихъ и тѣхъ же прессовъ системы Экстерша и вся разница между отдѣльными фабриками заключается лишь въ конструкціи печей для сушки массы, при-



292. **Приготовленіе буроугольныхъ брикетовъ. Брикетные прессы рудника „Treue" близъ Гельмштедта.**
Съ фотографіи Карла Штейнерта, въ Гельмштедтѣ.

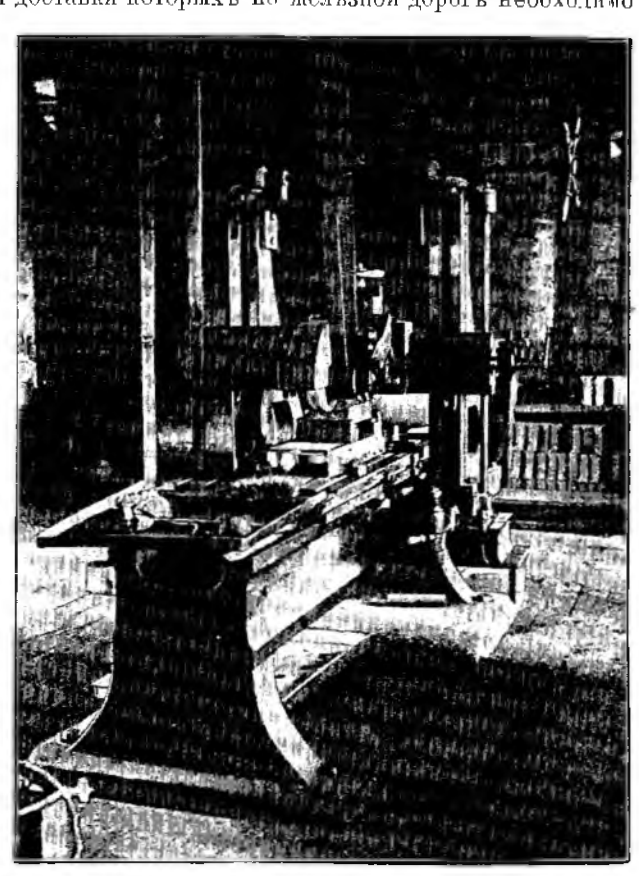
чемъ и здѣсь общимъ является то обстоятельство, что нагрѣвъ печей производится паромъ, а дальнѣйшее высушиванье массы струею сухого воздуха, проходящей надъ движущейся массой. Наибольшимъ распространеніемъ пользуются тарелочныя паровыя печи, представленныя на фиг. 290 и 291 въ продольномъ и поперечномъ разрѣзахъ. Къ 4 колоннамъ *T* прикрѣплены болтами пустотѣлыя желѣзныя шайбы *a*, числомъ болѣе 25, называемыя тарелками и служащія для помѣщенія на нихъ высушиваемой массы. Въ колоннахъ сдѣланы приспособленія для впуска пара въ пустое пространство тарелокъ и для выпуска образовавшейся отъ конденсаціи пара воды. Высушиваемая масса забрасывается на верхнюю тарелку и отсюда особыми гребками *r*, сгребается къ отверстіямъ *f*, черезъ которые она падаетъ на слѣдующую тарелку, оттуда снова на слѣдующую нижнюю и такъ проходитъ всю печь. Отверстія на смежныхъ тарелкахъ расположены поперемѣнно у



293. Брикетный прессъ системы Экстерша.

края и въ центрѣ тарелки и гребки обращены въ сторону отверстій, благодаря чему масса подвигается въ печи по зигзагу. Гребки прикрѣплены къ крестовинѣ *g*, надѣтой на валъ *d*, приводимый во вращеніе помощью безконечнаго винта и винтового колеса *S*. Печь окружена чугуннымъ кожухомъ, составленнымъ изъ отдѣльныхъ сегментовъ, вынимая которыя можно пускать воздухъ надъ находящейся на тарелкахъ массой. Прошедшій надъ массой воздухъ, насыщенный парами воды и пылью, вытягивается черезъ боковое отверстіе наружу. Высушенная въ печи масса поступаетъ съ послѣдней тарелки въ запасные магазины или непосредственно подъ прессъ. На фиг. 292 представлено общее расположеніе приборовъ на брикетной фабрикѣ рудника Treue близъ Гельмштедта, а на фиг. 293 эскизъ пресса для изготовленія брикетовъ. Прессъ получаетъ движенія отъ парового цилиндра *C*, снабженнаго обыкновеннымъ парораспредѣлительнымъ приборомъ *st*. Штокъ поршня передаетъ движеніе ползуну *Q*, къ крестовинѣ котораго прикрѣпленъ шатунъ, соединенный съ кривошипомъ вала *W*; на валъ надѣты два массивныхъ маховыхъ колеса *Schw*. Валъ *W* — колѣнчатый; на головку вала надѣта штанга *D*, соединенная съ ползуномъ *B*. При вращеніи вала ползунъ двигается въ направляющихъ взадъ и впередъ и передаетъ свое движеніе прессу *p*, двигающемуся въ формѣ *f*, составленной изъ твердыхъ стальныхъ сегментовъ. При нормальной работѣ пресса вся передняя часть формы заполнена готовыми брикетами. При движеніи пресса назадъ въ форму черезъ отверстіе *w* попадаетъ часть массы, необходимая для изготовленія одного кирпича, послѣ чего стержень *p*, двигаясь въ обратномъ

направленіи, нажимаетъ массу, прессуетъ новый кирпичъ и проталкиваетъ весь рядъ кирпичей на одинъ впередъ. Затѣмъ стержень движется снова назадъ, въ форму попадаетъ новое количество матеріала и при движеніи поршня впередъ прессуется новый кирпичъ и выталкивается одинъ готовый. Движеніе поршня происходитъ весьма быстро и на изготовленіе одного кирпича затрачивается около секунды времени. Въ 20 часовую смѣну прессъ въ состояніи изготовить отъ 75 до 90 тысячъ брикетовъ вѣсомъ въ 25—30 тысячъ килограммовъ, для доставки которыхъ по желѣзной дорогѣ необходимо не менѣе 3 двойныхъ вагоновъ. Брикеты изготовляются обыкновенно въ видѣ параллелипипедовъ 160×70×30 мм. въ сторонѣ съ притупленными ребрами и углами. Сегменты формы быстро изнашиваются и ихъ часто приходится полировать на особыхъ станкахъ (см. фиг. 294), снабженныхъ наждачнымъ кругомъ. Мельчайшая буроугольная пыль, подобно пыли каменнаго угля легко воспламеняется и даетъ взрывы. Въ помѣщеніяхъ брикетныхъ фабрикъ должна быть поэтому устроена усиленная вентиляція и слѣдуетъ избѣгать открытыхъ лампъ, пользуясь для освѣщенія предохранительными лампами. Несмотря на всѣ указанныя мѣры предосторожности, въ брикетныхъ фабрикахъ происходятъ иногда взрывы, отличающіеся большой силой.



294. Станки для шлифовки формъ для брикетныхъ прессовъ.

Наиболѣе юнымъ по своему происхожденію горючимъ ископаемымъ этой группы является, какъ уже было говорено выше, торфъ. Происхожденіе торфа въ настоящее время разъяснено во всѣхъ деталяхъ и заключается въ общихъ чертахъ въ слѣдующемъ: тамъ, гдѣ рельефъ поверхности способствуетъ накопленію влаги, а климатъ отличается влажностью и болѣе низкой температурой, развивается особая болотистая растительность, состоящая въ нашихъ широтахъ главнѣйше изъ различныхъ разновидностей рода Sphagnum и характеризующаяся тою особенностью, что верхняя часть стеблей можетъ продолжать свой ростъ въ то время, какъ нижнія ихъ части постепенно вымираютъ. Вымершія части стеблей, будучи предохранены отъ доступа воздуха коркой живущихъ еще растеній и слоемъ воды, даютъ при своемъ разложеніи торфъ, характеризующійся своимъ буроватымъ цвѣтомъ и особымъ сложеніемъ, въ которомъ сохранились остатки стеблей растеній, давшихъ ему

начало. Согласно съ данными весьма тщательныхъ наблюденій описаннымъ способомъ отлагается въ годъ слой торфа въ 5—10 сантиметровъ толщиною. Общая мощность нѣкоторыхъ торфяниковъ доходитъ до 12 метровъ, и сами торфяники занимаютъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ громадныя площади. Въ Германіи особенно богата ими сѣверозападная часть германской низменности, а въ Исландіи примѣрно $^1/_7$ часть всей поверхности острова занята торфяниками. Потребленіе и добыча торфа начались уже давно, но значеніе его какъ топлива ограничено только тѣми мѣстами, гдѣ онъ непосредственно добывается. Для вывоза торфъ непригоденъ уже по одному тому, что теплопроизводительная его способность ничтожна по сравненію съ каменнымъ углемъ. То же обстоятельство служитъ причиною малаго распространенія прессованнаго торфа и торфяного кокса, которые могутъ имѣть нѣкоторое значеніе лишь въ отсутствіи какой бы то ни было конкурренціи со стороны каменнаго и бураго угля. Какъ матеріалъ для топлива торфъ имѣетъ, такимъ образомъ, лишь крайне ограниченное значеніе. Напротивъ того онъ завоевываетъ все большее и большее значеніе, какъ подстилка для стойлъ, гдѣ онъ является особенно пригоднымъ по большой своей гигроскопичности. Торфъ примѣняется часто и какъ удобреніе. Добыча торфа производится крайне просто при помощи лопатъ особой формы. Нарѣзанные этими лопатами торфяные кирпичи высушиваются на открытомъ воздухѣ, причемъ количество влаги, которое въ сыромъ торфѣ доходитъ нерѣдко до 80 и болѣе процентовъ, уменьшается до 15—20%. Если при разработкѣ торфяника встрѣчаютъ воду, то ее стараются отвести помощью канавъ; зимою же ее вновь пускаютъ на торфяникъ, дабы предохранить его отъ промерзанія и не помѣшать дальнѣйшему росту торфяника. Высушенная масса лучшаго торфа содержитъ до 58% углерода, $6^1/_2$% водорода, $31^1/_2$% кислорода, 1% азота и около 3% золы, причемъ содержаніе этой послѣдней можетъ получиться значительно большимъ до 30% при наличности постороннихъ примѣсей въ торфѣ. Столь большое содержаніе золы, понижая теплопроизводительную способность вѣсовой единицы торфа и способствуя загрязненію топокъ, сильно вредитъ примѣненію торфа, какъ топлива.

Горючіе газы, нефть, озокеритъ и асфальтъ.

Кромѣ каменныхъ и бурыхъ углей въ природѣ встрѣчается множество естественныхъ соединеній углерода съ водородомъ какъ въ газообразномъ состояніи — (естественные газы), такъ и въ жидкомъ — (нефть) и твердомъ — горный воскъ и асфальты. Всѣ эти видоизмѣненія связаны между собою рядомъ послѣдовательныхъ переходовъ, что значительно увеличиваетъ число указанныхъ соединеній. Въ противуположность ископаемымъ углямъ, растительное происхожденіе которыхъ можно, въ настоящее время, считать доказаннымъ, происхожденіе нефти и связанныхъ съ нею залежей горнаго воска, асфальта и другихъ имъ подобныхъ веществъ приписывается разложенію жировъ нѣкоторыхъ морскихъ животныхъ, такъ какъ разложеніемъ именно этихъ веществъ были получены искусственнымъ путемъ многіе изъ углеводородовъ, содержащихся въ нефти. Частое совмѣстное нахожденіе мѣсторожденій названныхъ минераловъ, а равно и тотъ фактъ, что мѣсторожденія нефти почти постоянно сопровождаются естественными газами, заставляетъ предположить, что разложеніемъ жировъ образуются нефть и сопровождающіе ее газы, а окисленіемъ нефти и, отчасти, испареніемъ болѣе летучихъ составныхъ ея частей образуются горный воскъ, асфальтъ и промежуточныя между ними соединенія. Такое происхожденіе принимается въ настоящее время доказаннымъ для залежей озокерита или горнаго воска, а равно и для жилъ асфальта близъ Борислава въ Галиціи, гдѣ мѣсторожденія названныхъ минераловъ находятся въ несомнѣнной связи съ мѣсторожденіями нефти.

Хотя мѣсторожденія названныхъ ископаемыхъ и пользуются несравненно меньшимъ распространеніемъ въ природѣ, чѣмъ пласты ископаемыхъ углей, но все же во многихъ мѣстахъ они достигаютъ большихъ размѣровъ, а нѣкоторыя изъ нихъ, каковы напримѣръ мѣсторожденія нефти въ Пенсильваніи и на Кавказѣ, имѣютъ громадное промышленное значеніе.

Естественные газы. Громадныя выдѣленія естественнаго газа извѣстны въ Америкѣ въ штатахъ: Пенсильванія, Огейо и Ута, гдѣ они находятся, повидимому, въ связи съ имѣющимися тамъ мѣсторожденіями нефти. Выдѣленія газа замѣчаются хотя и въ меньшемъ количествѣ на Кавказѣ близъ Баку — центра мѣстной нефтяной промышленности, гдѣ выдѣленія газа, образующія громадное пламя, какъ бы вырывающееся изъ нѣдръ земли, долгое время служили предметомъ поклоненія мѣстныхъ огнепоклонническихъ сектъ. Лѣтъ 25 тому назадъ въ Америкѣ началась добыча и утилизація газа для промышленныхъ цѣлей, что замѣчается за послѣднее время и въ Баку, хотя далеко еще не получило того развитія, какимъ оно пользуется въ Америкѣ. Съ цѣлью добычи газа въ Америкѣ ведутъ спеціальныя скважины, изъ которыхъ газъ проводится по трубамъ на сотни миль къ мѣстамъ потребленія.

По составу, какъ американскій, такъ и кавказскій естественные газы представляютъ смѣсь различныхъ углеводородовъ и по своей теплопроизводительной способности одна вѣсовая единица газа способна замѣнить три такихъ же единицы угля. О значеніи газа для мѣстной промышленности можетъ дать понятіе тотъ фактъ, что въ 1880 году, когда добыча достигла своей максимальной величины, компаніями, производящими добычу, было отпущено газа на сумму 22,5 милліона долларовъ; начиная съ того времени добыча газа постепенно уменьшалась, хотя значеніе его сохраняется и до настоящаго времени и въ 1895 г. стоимость отпущеннаго компаніями газа составляла все же почтенную цифру 13 милліоновъ долларовъ. Обыкновенно изъ вновь проведенной скважины газъ выдѣляется въ продолженіе двухъ-трехъ лѣтъ, хотя нѣкоторыя изъ нихъ продолжаютъ выдѣлять газъ въ продолженіе 10 и болѣе лѣтъ.

Мѣсторожденія нефти или горнаго масла не связаны съ какимъ либо опредѣленнымъ геологическимъ горизонтомъ и встрѣчаются во всѣхъ формаціяхъ, начиная съ силлурійской. Такъ нефтяныя залежи Канады содержатся въ отложеніяхъ силлурійской системы, скважины въ Пенсильваніи встрѣчаютъ нефть въ пластахъ девонской и каменноугольной системъ, въ Колорадо, Галиціи и Ганноверѣ мѣсторожденія нефти подчинены пластамъ мѣловой системы, а кавказская нефть заключается въ третичныхъ отложеніяхъ. Присутствіе нефти обнаруживается обыкновенно по нефтянымъ источникамъ, которыя часто сопровождаются выдѣленіями горючихъ газовъ. Иногда выдѣляются изъ трещинъ одни только газы, которые и служатъ указаніемъ на присутствіе нефти.

Добыча нефти началась сравнительно недавно, но развилась чрезвычайно быстро до громадныхъ размѣровъ, благодаря той легкости, съ которою она производится и большимъ запасамъ нефти въ нѣкоторыхъ мѣсторожденіяхъ. Съ драгоцѣнными свойствами нефти и различныхъ ея дестилатовъ познакомились впервые въ 1860 году, когда одной изъ буровыхъ скважинъ близъ Титусвилля въ Пенсильваніи былъ открытъ первый большой фонтанъ жидкой нефти, изъ котораго уже въ продолженіе того же года было добыто до 60 000 тоннъ этого ископаемаго. Уже въ 1873 добыча нефти въ Пенсильваніи достигла одного милліона тоннъ, а въ 1889 году той же цифры достигла и добыча нефти на Кавказѣ. Въ настоящее время въ Пенсильваніи добывается 6 милліоновъ, а на Кавказѣ — около 5 милліоновъ тоннъ нефти. По сравненію съ этими цифрами добыча нефти изъ другихъ мѣсторожденій представляется

крайне небольшой. Такъ въ Канадѣ, гдѣ добыча началась въ 1862 году, количество добычи въ настоящее время лишь немногимъ превосходитъ 100 000 тоннъ ежегодно; въ Европѣ около 130 000 т. добывается ежегодно въ Галиціи изъ мѣсторожденій, находящихся по склонамъ Карпатскаго хребта и немногимъ менѣе въ Румыніи. Значительно меньше добыча нефти въ Ольгеймѣ. близъ Ганновера и въ Пехельборнѣ и Лобзанѣ въ Эльзасѣ, а равно и въ нѣкоторыхъ мѣстечкахъ итальянской провинціи Парма.

Добыча нефти развивается и въ восточной Азіи, что значительно сокращаетъ вывозъ американской нефти въ различныя гавани этой части материка. Первое мѣсто по добычѣ нефти здѣсь занимаютъ Бирма — въ Индіи и Японія. Въ новѣйшее время привлекаютъ общее вниманіе мѣсторожденія нефти въ Піура, одномъ изъ сѣверозападныхъ департаментовъ Перу въ Южной Америкѣ. Слѣдуетъ однако сказать, что для окончательнаго сужденія о благонадежности названныхъ мѣсторожденій необходимо выждать результатовъ хотя бы нѣсколькихъ лѣтъ добычи, такъ какъ мѣсторожденія нефти, какъ и другихъ ископаемыхъ, даютъ поводъ къ спекуляціямъ и возникновенію различныхъ дутыхъ предпріятій. Въ этомъ смыслѣ можно говорить о нефтяной горячкѣ подобно тому, какъ мы говоримъ о золотой горячкѣ и поучительнымъ примѣромъ такого слѣпого увлеченія бумагами нефтяныхъ компаній можетъ служить образованіе синдиката кавказской и американской нефти.

Простѣйшій способъ добычи нефти заключается въ томъ, что близъ восхода нефтеноснаго пласта опускаютъ неглубокую шахту, въ которой вычерпываютъ собирающуюся въ ней нефть. Данный способъ отличается малой производительностью и примѣняется въ настоящее время только мелкими промышленниками, не обладающими достаточными средствами для проведенія глубокой скважины.

На болѣе значительныхъ промыслахъ нефть добывается въ настоящее время помощью глубокихъ буровыхъ скважинъ, причемъ вниманіе предпринимателей привлекаютъ главнымъ образомъ нефтяные фонтаны, выбрасывающіе огромныя массы нефти на высоту 50 и болѣе метровъ. Фонтаны встрѣчаются въ Баку, вообще говоря, чаще, чѣмъ въ Соединенныхъ Штатахъ, и отличаются здѣсь большею продолжительностью своего дѣйствія. Для характеристики громадныхъ массъ нефти, выбрасываемыхъ фонтанами, могутъ служить слѣдующія данныя: одинъ изъ большихъ фонтановъ въ нефтяносной области Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ былъ открытъ въ октябрѣ 1886 г. близъ Питсбурга; въ первое время фонтанъ давалъ до 1 200 т. ежедневно, производительность фонтана однако быстро падала и черезъ два мѣсяца послѣ своего открытія онъ давалъ всего 60 тоннъ. Фонтанъ на промыслахъ Субалова въ мѣстечкѣ Биби Эйбатъ въ 5 верстахъ къ югу отъ г. Баку былъ открытъ въ октябрѣ 1892 года; до конца этого года онъ далъ 3 100 000 пуд. (49 600 тоннъ) сырой нефти. въ 1893 году 18 740 000 пуд. (299 840 т.), въ 1894 г. 6 500 000 пуд. (104 000 т.) и продолжалъ дѣйствовать еще и въ 1895 году. Всего, начиная съ момента своего открытія и до конца 1894 года, фонтанъ далъ 28 340 000 пуд. (453 440 тоннъ) сырой нефти, что составляетъ по нынѣшнимъ цѣнамъ на нефть около 3 милліоновъ марокъ, являясь такимъ образомъ однимъ изъ наиболѣе производительныхъ и наиболѣе продолжительныхъ по времени своего дѣйствія фонтановъ, когда либо встрѣченныхъ при добычѣ нефти.

Всякій фонтанъ въ концѣ концовъ прекращается, когда давленія газовъ или гидростатическаго давленія самой нефти оказывается недостаточнымъ, чтобы выбросить нефть на поверхность. Въ такомъ случаѣ обыкновенно пробуютъ получить новый фонтанъ дальнѣйшимъ углубленіемъ скважины. Если этого не удается, то въ Америкѣ откачиваютъ нефть насосами, а на Кавказѣ

ее вычерпывают большими желонками съ клапаномъ внизу, который открывается когда желонка погружена въ нефть, и закрывается, когда она вынута изъ нефти.

Не всѣ скважины, дошедшія до нефтеноснаго пласта, оказываются способными дать нефть, причемъ причина такого отсутствія нефти въ нихъ остается для насъ неизвѣстной. Въ Сѣверный Америкѣ, начиная съ 1886 года, устраиваютъ взрывъ большихъ зарядовъ нитроглицерина въ такихъ скважинахъ, которыя дошли до нефтеноснаго пласта и не дали нефти. Благодаря образующимся при взрывѣ трещинамъ облегчается доступъ нефти въ скважину и такимъ путемъ удалось добыть значительное количество нефти изъ скважинъ, казавшихся вначалѣ безплодными. Слѣдуетъ замѣтить, что, не смотря на громадныя массы нефти, выбрасываемыя отдѣльными фонтанами, онѣ даютъ лишь небольшую, сравнительно, часть общей добычи нефти, и что большая часть добычи, а равно и непрерывность послѣдней покоятся на нефти, извлекаемой изъ скважинъ насосами и желонками.

Хотя составъ нефти и способъ ея добычи измѣняются въ деталяхъ по отдѣльнымъ мѣсторожденіямъ, но въ своей основѣ нефтяная промышленность остается одинаковою для всѣхъ мѣсторожденій нефти, почему является достаточнымъ для характеристики добычи нефти и ея обработки дать описаніе какого либо одного промысла

Автору настоящей статьи удалось, во время экскурсій послѣдняго геологическаго конгресса, лично ознакомиться съ добычею и обработкою нефти на Кавказѣ. Кавказскія мѣсторожденія нефти сосредоточиваются въ нѣсколькихъ округахъ по сѣверному и южному склонамъ хребта. Болѣе старые и, въ настоящее время, болѣе значительные по количеству добываемой нефти промысла находятся близъ Баку на берегу Каспійскаго моря; за послѣднее время значительное количество нефти добывается на промыслахъ близъ Грознаго въ долинѣ Терека, откуда нефть отправляется въ вагонахъ къ Петровску, а въ новѣйшее время добыча нефти начинаетъ развиваться и въ западномъ Кавказѣ близъ города Новороссійска на берегу Чернаго моря.

Проѣхавъ отъ Владикавказа по военногрузинской дорогѣ въ Тифлисъ, столицу Закавказья, мы можемъ отсюда проѣхать въ Баку по желѣзной дорогѣ, идущей къ востоку отъ Тифлиса. Дорога идетъ вдоль долины Куры и весь путь отъ Тифлиса до Баку дѣлается въ продолженіе 16 часовъ.

Только въ началѣ пути, гдѣ Кура течетъ въ узкой долинѣ и богата водой, склоны горъ покрыты богатой растительностью и здѣсь ведется земледѣліе. Далѣе къ востоку долина расширяется, горы остаются позади, почва становится сухой и каменистой и вся мѣстность принимаетъ безжизненный пустынный видъ. Послѣднія 50 верстъ передъ Баку дорога проходитъ по берегу моря, чтобы обогнуть отроги Кавказскаго хребта. Мѣстами попадаются небольшія деревни, около которыхъ встрѣчаются воздѣланныя поля. Часто встрѣчаются верблюды, небольшія стада которыхъ пасутся въ покрытой скудной растительностью степи, или оживляютъ собою дорогу встрѣчаясь по пути въ качествѣ вьючныхъ и верховыхъ животныхъ, напоминающихъ путешественнику своимъ видомъ и смуглыми лицами своихъ проводниковъ, что онъ находится близъ азіатской границы.

Дорога огибаетъ Баку большою дугою и путешественники могутъ изъ оконъ вагона видѣть буровыя вышки промысловъ Балаханы, Сабунчи и Раманы. Вышки расположены такъ близко одна отъ другой, что издали кажутся лѣсомъ высокихъ мачтъ.

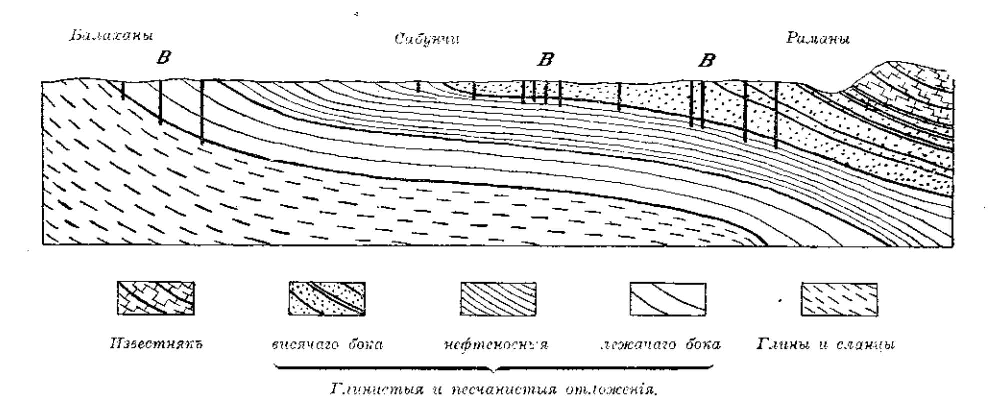
Баку производитъ съ перваго взгляда впечатлѣніе чисто азіатскаго города. Здѣсь замѣчается то же смѣшеніе языковъ, что и въ Тифлисѣ, съ тою лишь разницею, что русскій элементъ играетъ гораздо меньшую роль, такъ какъ здѣсь нѣтъ ни массы войска, ни многочисленнаго административ-



295. Буровыя вышки въ окрестностяхъ Баку.

наго персонала. По своему значенію Баку отнюдь не играетъ роли мѣстнаго административнаго центра, а скорѣе важнѣйшаго торгово-промышленнаго пункта Закавказья и главной гавани Каспійскаго моря.

Несмотря на длинный рядъ домовъ, протягивающійся отъ морского берега внутрь страны, Баку отнюдь не производитъ впечатлѣнія большого города. Улицы здѣсь узки, дома, выстроенные по восточному образцу — непрезентабельны и только на самомъ берегу моря, въ такъ называемомъ европейскомъ кварталѣ, попадаются въ большомъ количествѣ большія городскія постройки. Во время жаркаго и бездожднаго лѣта, вѣтеръ поднимаетъ клубы удушливой желтой пыли, которая причиняетъ немало непріятностей даже въ самомъ городѣ. Къ этому присоединяется еще запахъ нефтью и керосиномъ, который постоянно ощущается здѣсь, несмотря на то, что промысла и перегонные заводы расположены сравнительно далеко отъ города въ такъ называемыхъ черномъ и бѣломъ городкахъ. Среди болѣе чѣмъ 100 000 челов. жителей Баку встрѣчаются представители самыхъ разнообразныхъ національ-



296. **Разрѣзъ нефтеносныхъ отложеній близъ Баку.**

ностей европейскихъ и азіатскихъ, причемъ среди послѣднихъ преобладаютъ армяне, персы и татары. Магометанскій элементъ здѣсь особенно значителенъ и въ лавкахъ и мастерскихъ Шемахинской улицы можно часто встрѣтить женщинъ магометанокъ, закутанныхъ въ покрывала, въ широкихъ шароварахъ живописныхъ цвѣтовъ и красиво отдѣланныхъ головныхъ уборахъ. Мужчины въ халатахъ на распашку дополняютъ живописную картину города, особенно азіатской его части.

Изъ Баку можно проѣхать по желѣзной дорогѣ къ промысламъ Балахнинскаго участка, расположеннымъ на разстояніи получаса ѣзды отъ Баку. Площадь примѣрно около 10 кв. километровъ, почти сплошь занята нефтяными промыслами; число скважинъ для добычи нефти здѣсь далеко больше 1000; и въ продолженіе только одного 1896 года на всѣхъ промыслахъ было пройдено свыше 53 000 метровъ при углубленіи скважинъ новыхъ и старыхъ. Общій видъ здѣшнихъ промысловъ представленъ на фиг. 295 и видъ этотъ можно считать типичнымъ для нефтяныхъ промысловъ всего міра. По почвѣ проложены громадные гуттаперчевые рукава для доставки нефти отъ скважины въ нефтехранилища, причемъ общая длина этихъ нефтепроводовъ для промысловъ близъ Баку составляетъ почтенную цифру примѣрно 300 километровъ. Скважины, достигающія въ настоящее время до 500 метровъ глубины, крѣпятся по всей длинѣ обсадными трубами, такъ какъ приходится вести буреніе въ мягкихъ и сыпучихъ, а иногда плывучихъ породахъ. Поперечный разрѣзъ нефтесодержащихъ породъ показанъ схематически на черт. 296, гдѣ

297 Нефтяной фонтанъ близъ Баку.

298 Пожаръ нефтяного фонтана въ Баку

XIV. Заводъ Кокорева и храмъ огнепоклонниковъ въ Сабунчахъ (Баку).

XV. Приборы для перегонки нефти въ Баку.

буквою *B* обозначены скважины промысловъ Балаханы, Сабунчи и Раманы. Не всѣми скважинами была открыта нефть, но зато нѣкоторыми изъ нихъ, какъ это было сказано выше, открыты фонтаны нефти, отличавшіеся громадной производительностью и большою силою струи и высотой ея подъема. Чтобы избѣжать слишкомъ высокаго подъема струи и разсѣиванія ея въ воздухѣ, что помимо напрасной потери нефти грозитъ опасностью пожара, въ башняхъ (см. фиг. 297) дѣлаются приспособленія для улавливанія нефтяной струи и отклоненія ея въ сторону. Несмотря на всѣ предосторожности, здѣсь часто приходится имѣть дѣло съ нефтяными пожарами, причемъ часто загораются именно наиболѣе сильные и производительные фонтаны. Изъ скважинъ вырывается тогда цѣлый снопъ пламени, горящая нефть падаетъ обратно, разливается громадными потоками по поверхности земли, истребляя все на своемъ пути. Громадное количество нефти дѣлаетъ всякую борьбу съ пожаромъ совершенно безполезной и въ этомъ случаѣ приходится терпѣливо ждать, пока пожаръ не прекратится самъ собою вслѣдствіе закупориванія устья скважины пескомъ, обломками камней и др. матеріаломъ, который выносится нефтью на поверхность. Чтобы спасти зданія и особенно нефтехранилища отъ потока горящей нефти, вырываютъ для него искусственное русло, въ которое стараются направить нефть.

О происхожденіи бакинской нефти нельзя сказать ничего опредѣленнаго. Точно также не установлено съ точностью, существуетъ-ли какая либо связь между этими мѣсторожденіями и имѣющимися здѣсь вулканами, дѣйствіе которыхъ проявляется и до настоящаго времени. Такъ еще 16 января 1898 года произошло изверженіе вулкана на одномъ изъ острововъ, лежащемъ въ 10 верстахъ отъ Баку. Изверженіе длилось около 20 минутъ, причемъ изъ нѣдръ горы вырывался столбъ пламени и выбрасывались камни и песокъ на высоту отъ 70 до 100 метровъ. Кромѣ настоящихъ вулкановъ въ окрестностяхъ Баку имѣется много грязевыхъ вулкановъ, расположеніе которыхъ связано, повидимому, съ линіею выхода нефтеносныхъ породъ.

Сырая нефть проводится въ обширные выкопанные въ землѣ бассейны, въ которыхъ и сохраняется до своей отправки на заводъ, причемъ отстаивается и садится на дно содержащійся въ сырой нефти песокъ и другія примѣси. Добытая при копаніи бассейновъ порода складывается по краямъ, образуя родъ насыпи, увеличивающей глубину бассейна. Болѣе значительныя компаніи копаютъ бассейны громадныхъ размѣровъ (вмѣстимостью въ нѣсколько милліоновъ тоннъ нефти), дно и стѣны которыхъ выкладываются кирпичемъ. Эти бассейны предназначаются для временного храненія громадныхъ количествъ нефти, доставляющейся изъ фонтановъ. Масса нефти бываетъ иногда такъ велика, что она, заполнивъ бассейны не только той компаніи, которой принадлежитъ фонтанъ, но и бассейны сосѣднихъ промысловъ выступаетъ на поверхность и стекаетъ въ море, гдѣ и теряется.

На фиг. 297 нефть, извергаемая фонтаномъ, уже заполнила его до краевъ и выходитъ наружу. Прежде чѣмъ покончить съ добычею нефти въ Баку, упомянемъ объ оставленномъ нынѣ храмѣ огнепоклонниковъ въ Сабунчахъ (см. фиг. 299). Секта огнепоклонниковъ существовала здѣсь съ незапамятныхъ временъ и жрецы секты были обязаны постоянно поддерживать священные огни, горѣніе которыхъ происходило благодаря обильному выдѣленію изъ трещинъ естественнаго газа. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ померли послѣдніе монахи бывшаго здѣсь монастыря, священный огонь потухъ, а выдѣляющійся изъ трещинъ газъ проведенъ по трубамъ въ находящійся вблизи заводъ Кокорева, гдѣ имъ пользуются для нагрѣва кубовъ, въ которыхъ ведется перегонка нефти.

Большинство нефтеперегонныхъ заводовъ расположены на значительномъ разстояніи отъ нефтяныхъ промысловъ, гдѣ производится добыча сырой

нефти. Заводы эти сосредоточены, главнѣйше, въ двухъ пунктахъ. Въ такъ называемомъ, черномъ городѣ, лежащемъ въ разстояніи получаса ѣзды къ востоку отъ Баку, находятся заводы перерабатывающіе нефть съ промысловъ Апшеронскаго полуострова и въ лежащемъ нѣсколько далѣе къ востоку бѣломъ городѣ расположены заводы, для переработки нефти съ промысловъ близъ мѣстечка Биби-Эйбатъ. Оба города расположены на берегу моря, что благопріятствуетъ отправкѣ продуктовъ перегона на судахъ и облегчаетъ доставку воды, необходимой для охлажденія и конденсаціи продуктовъ перегона. Значительное же разстояніе отъ промысловъ гарантируетъ большую безопасность заводовъ отъ пожаровъ, часто случающихся на промыслахъ.

Сырая нефть доставляется отъ промысловъ къ заводамъ по нефтепроводнымъ трубамъ самотекомъ въ томъ случаѣ, когда имѣется необходимый для этого уклонъ, или помощью давящихъ насосовъ. Передъ поступленіемъ въ нефтепроводъ нефть накачивается въ имѣющіеся на промыслахъ баки вмѣстимостью, примѣрно, въ 3000 тоннъ, которые служатъ для измѣренія количества отправляемой на заводъ нефти. На промыслахъ имѣется обыкновенно по два такихъ бака, дѣйствующихъ попеременно. Заводы большихъ компаній отличаются большими размѣрами. На заводахъ нефть поступаетъ сначала въ особые вырытые въ землѣ бассейны, откуда перекачивается въ баки, расположенные на нѣкоторой высотѣ надъ заводскими зданіями и изъ нихъ уже распредѣляется самотекомъ по отдѣльнымъ приборамъ. Въ бакахъ нефть подогрѣвается, для чего въ нихъ пропускаются по змѣевиковымъ трубкамъ горячіе остатки отъ перегона предыдущихъ порцій нефти, прежде чѣмъ онѣ поступятъ въ соотвѣтствующіе сосуды для храненія. Проходя по этимъ трубкамъ, указанные продукты отдаютъ значительную часть содержащейся въ нихъ теплоты окружающей сырой нефти и тѣмъ подогрѣваютъ ее.

Переработка сырой нефти заключается въ дробной перегонкѣ при все болѣе и болѣе возрастающей температурѣ и конденсаціи продуктовъ перегона въ особыхъ холодильникахъ. Аппаратами для перегона служатъ устроенные на подобіе паровыхъ котловъ перегонные кубы, вдѣланные въ кладку. 6—7 такихъ кубовъ, а въ новѣйшихъ приборахъ до 10—12 составляютъ одну батарею. Сырая нефть поступаетъ въ одинъ изъ кубовъ и, переходя послѣдовательно изъ одного куба въ другой, проходитъ всю батарею. Котлы нагрѣваются перегрѣтымъ паромъ, или мазутомъ, причемъ температура отъ перваго котла батареи къ послѣднему все болѣе и болѣе возрастаетъ. Продукты перегона двухъ первыхъ котловъ батареи собираются вмѣстѣ и поступаютъ въ продажу подъ именемъ газолина. Продукты перегона двухъ слѣдующихъ котловъ составляютъ бензинъ; продукты всѣхъ послѣдующихъ котловъ собираются вмѣстѣ и смѣсь ихъ называется керосиномъ, причемъ входятъ всѣ продукты, температура кипѣнія которыхъ выше точки кипѣнія бензина и ниже 230° по Цельсію—температура смѣси въ послѣднемъ котлѣ. Газолинъ примѣняется для освѣщенія и какъ растворитель въ каучуковой промышленности и при переработкѣ смолъ. Бензинъ кромѣ тѣхъ же отраслей промышленности находитъ себѣ примѣненіе при химической чисткѣ бѣлья и какъ освѣтительный матеріалъ въ предохранительныхъ рудничныхъ лампахъ новыхъ системъ.

Керосинъ подвергается послѣ перегона очищенію, для чего онъ смѣшивается въ особыхъ сосудахъ съ небольшимъ количествомъ (около 1/2%) сѣрной кислоты, причемъ въ смѣсь вдувается струя воздуха. При этомъ изъ керосина выдѣляются керосиновая кислота и продукты обугливанія, которыя вслѣдствіе большого удѣльнаго вѣса садятся на дно сосуда вмѣстѣ съ нѣкоторымъ избыткомъ сѣрной кислоты, что даетъ возможность легко отдѣлить керосинъ отъ примѣсей осторожнымъ переливаніемъ жидкости въ другой со-

судъ. Остающійся въ керосинѣ избытокъ кислоты нейтрализируется прибавленіемъ ѣдкаго калія, количество котораго вычисляется по даннымъ анализа, послѣ чего керосинъ сбалтывается съ водою, которая растворяетъ получившуюся сѣрно-кислую соль калія и чистый керосинъ всплываетъ поверхъ воды, съ которой онъ можетъ быть слитъ. Передъ отправкою керосинъ подвергаютъ изслѣдованію въ лабораторіяхъ, гдѣ опредѣляются удѣльный вѣсъ, температура вспышки, степень прозрачности и сила свѣта, отъ которыхъ зависитъ цѣна керосина.

Остатки отъ перегона нефти идутъ въ продажу, какъ хорошее топливо для пароходовъ, локомотивовъ и для нефтяныхъ заводовъ. Остатки эти называются мазутомъ и количество ихъ доходитъ для бакинской нефти до 65% сырого продукта. Топки для мазута имѣютъ чрезвычайно простое устройство: здѣсь нѣтъ ни колосниковъ, ни поддувала и все приспособленіе ограничивается только резервуаромъ, въ который наливается мазутъ и накачивается воздухъ. Подъ давленіемъ воздуха мазутъ поступаетъ по трубѣ въ особую насадку подъ котломъ; вмѣстѣ съ мазутомъ въ насадку поступаетъ сжатый воздухъ, струя нефти разбрызгивается воздухомъ, что способствуетъ полному сгоранію нефти и увеличиваетъ развивающуюся при этомъ температуру. Топка черезъ каждыя двѣ недѣли очищается отъ ничтожнаго количества образующейся при горѣніи золы.

Только небольшая, сравнительно, часть мазута подвергается дальнѣйшей обработкѣ, причемъ получаются соляровое и смазочныя масла и, какъ остатокъ отъ перегона, твердый гудронъ, по своимъ свойствамъ напоминающій асфальтъ и замѣняющій этотъ послѣдній въ различныхъ отрасляхъ промышленности.

Готовые продукты накачиваются въ особые резервуары, откуда они идутъ по нефтепроводамъ къ станціямъ для отправки въ цистернахъ по желѣзнымъ дорогамъ или къ гаванямъ Каспійскаго и Чернаго морей для отправки на судахъ по Волгѣ внутрь имперіи, или по Черному морю и проливамъ заграницу. За послѣднее время было сдѣлано много усовершенствованій въ устройствѣ судовъ для перевозки мазута и керосина. Такъ какъ запахъ нефти въ послѣдствіи трудно выдыхается, то былъ выработанъ особый типъ судовъ, спеціально приспособленныхъ для этой цѣли. Вмѣсто перевозки въ бутыляхъ, занимавшихъ много лишняго мѣста и требовавшихъ много времени для своей погрузки, была введена сначала перевозка въ свинцовыхъ ящикахъ, занимавшихъ уже гораздо менѣе мѣста, а въ послѣднее время въ трюмѣ судовъ стали устраивать огромные резервуары, вмѣщающіе значительное количество нефти. Накачиваніе жидкости въ резервуары и выкачиваніе и изъ этихъ послѣднихъ производится насосами, такъ что для нагрузки и выгрузки судовъ задалживается теперь столько часовъ, сколько раньше дней. Резервуары устраиваются такимъ образомъ, чтобы объемъ ихъ могъ измѣнятся въ зависимости отъ измѣненій объема мазута и керосина, при колебаніяхъ температуры. Отъ машинной камеры резервуары отдѣляются двойной перегородкой, пространство между стѣнками которой заполнено водой. Для предупрежденія опасности отъ пожара суда освѣщаются электричествомъ, а отопленіе производится мятымъ паромъ. Для храненія нефти въ гаваняхъ устроены громадные резервуары, снабженные насосами для накачиванія и выкачиванія нефти.

Лучшее понятіе о томъ, какъ велика добыча нефти, даетъ тотъ фактъ, что въ 1896 году расходы по перевозкѣ нефти и получаемыхъ перегонкою ея продуктовъ составили около 25 милліоновъ рублей. Добыча нефти при этомъ растетъ съ каждымъ годомъ и нѣтъ никакихъ основаній ожидать изсякновенія ея запасовъ въ сколько нибудь близкомъ будущемъ.

Добыча горнаго масла изъ горючихъ сланцевъ. Какъ уже

сказано выше, добыча масла изъ горючихъ сланцевъ возникла еще въ 30-хъ годахъ настоящаго столѣтія во Франціи (мѣстечко Антунъ въ департаментѣ Сены, Бюксіеръ-ла-Грю въ департаментѣ Алье), въ Богхедѣ и другихъ мѣстностяхъ Шотландіи. Масло добывается сухой перегонкой находящихся сланцевъ и представляетъ собою смѣсь углеводородовъ, болѣе тяжелыхъ, нежели углеводороды, заключающіеся въ продуктахъ сухой перегонки нефти, почему этотъ продуктъ и идетъ на приготовленіе тяжелыхъ горючихъ и особенно смазочныхъ маселъ. Такъ какъ источникомъ для полученія этого масла служитъ матеріалъ, добыча котораго является несравненно болѣе затруднительной, чѣмъ добыча нефти, то понятно, что открытіе большихъ мѣсторожденій этой послѣдней нанесло труднопоправимый ущербъ этому виду промышленности. Введеніемъ различныхъ усовершенствованій въ добычу сланца и полученія изъ него масла удалось не только сохранить эту промышленность, но и, отчасти, сдѣлать ее способной конкуррировать съ нефтяною промышленностью и въ настоящее время въ названныхъ мѣстностяхъ Франціи и Шотландіи получается ежегодно нѣсколько сотъ тысячъ тоннъ смазочныхъ маселъ изъ сланцевъ.

Горный воскъ.

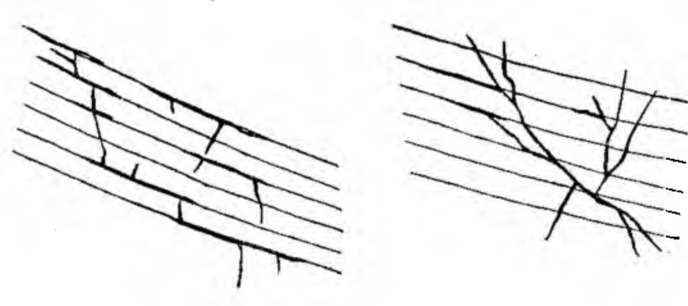
Наиболѣе значительныя изъ разрабатываемыхъ нынѣ мѣсторожденій горнаго воска находятся близъ Борислава въ Галиціи на берегу рѣчки Тисменика, одного изъ притоковъ Днѣстра. Мѣсторожденія эти начали разрабатываться съ 1856 года причемъ первоначально здѣсь добывалось горное масло, для чего опускались небольшія дудки въ 9—12 метровъ глубиною и накопившееся на днѣ ихъ масло вычерпывалось ведрами. Пласты, содержащіе масло, относятся къ верхнему отдѣлу третичной системы и занимаютъ площадь въ 2 км. длиною и около 700 метровъ шириною. Горный воскъ былъ извѣстенъ въ этой мѣстности уже давно, но добыча его не производилась, такъ какъ не знали его примѣненія. Только съ 1862 года начали добывать, совмѣстно съ горнымъ масломъ и горный воскъ, который подвергали сухой перегонкѣ, причемъ получалось около 4% бензина, 27% керосина, 7%—тяжелаго смазочнаго масла, 55% твердаго парафина, немного кокса и небольшое количество газа. Въ 1872 году былъ изобрѣтенъ способъ полученія изъ горнаго воска, обработкою его сѣрной кислотой и обезцвѣчивающимъ составомъ, вещества, подобнаго пчелиному воску. Начиная съ этого времени цѣна на озокеритъ поднялась и было приступлено къ добычѣ его въ большихъ количествахъ, и уже въ томъ 1872 году она производилась въ названной мѣстности болѣе чѣмъ изъ 4000 шахтъ. Подъ слоемъ галечника, содержащаго много воды, залегаетъ слой пластической глины, не пропускающей воду въ нижележащіе слои соленосной глины и песчаниковъ, содержащихъ озокеритъ въ видѣ неправильныхъ прожилковъ, хорошую картину которыхъ даютъ представленные на фигурахъ 301 и 302 разрѣзы породъ, содержащихъ озокеритъ.

Разработка мѣсторожденій озокерита сильно затрудняется громаднымъ давленіемъ породъ, его заключающихъ, на крѣпь шахтъ штрековъ и другихъ выработокъ, что въ свою очередь сильно затрудняетъ исправное содержаніе выработокъ сколько нибудь продолжительное время. Многіе факты говорятъ, что такое громадное давленіе на крѣпь обязано своимъ происхожденіемъ не только давленію вышележащихъ породъ, а, главнѣйше, газамъ, въ изобиліи выдѣляющимся изъ озокерита и своимъ давленіемъ выталкивающихъ пластическую массу этого ископаемаго въ рудничныя выработки. Крѣпь штрековъ ломается, иногда, послѣ нѣсколькихъ дней службы и порода заполняетъ выработки иногда такъ быстро, что находящіеся въ нихъ рабочіе, уже задохнувшіеся отъ выдѣляющагося газа, не успѣваютъ спастись и остаются въ

рудникѣ погребенными подъ массой выдѣлившейся породы. Одно изъ самыхъ большихъ по своимъ послѣдствіямъ внезапныхъ заполненій рудника породою имѣло мѣсто въ 1873 году, когда выдѣлившимся озокеритомъ была въ короткое время заполнена шахта въ 93 метра глубиною. Несмотря на всѣ усилія рабочихъ, долгое время не могли вновь углубить шахту, такъ какъ вынутая часть озокерита моментально пополнялась новыми выдѣленіями этой породы изъ нѣдръ земли. Здѣсь слѣдовательно имѣли дѣло съ изверженіемъ озокерита, во многомъ напоминающимъ нефтяные фонтаны Пенсильваніи и Баку.

Небольшія выдѣленія озокерита замѣчаются здѣсь повсемѣстно. Въ рудникѣ за сломанной крѣпью часто находятъ выдѣленія озокерита, выполняющія трещины и углубленія породы сзади крѣпи. Слѣдуя за этими выдѣленіями, часто наталкиваются на значительныя естественныя залежи озокерита, изъ котораго были получены указанныя выдѣленія.

Сообразуясь съ указаннымъ большимъ давленіемъ породъ и неправильнымъ распредѣленіемъ залежей озокерита, для ихъ разработки примѣняется способъ добычи дудками, аналогичный съ подобнымъ же способомъ разработки гнѣздовыхъ мѣсторожденій бураго желѣзняка въ центральной Россіи. Залежь озокерита достигается съ поверхности небольшою шахтою, отъ зумпера которой ведутъ добычу горизонтальными штреками до 5 метровъ длиною.



301 и 302. **Жилы горнаго воска въ Бориславѣ въ Галиціи.**

Предохранительнаго цѣлика около шахты не оставляютъ и вся разработка разсчитана на короткое время, по прошествіи котораго крѣпь портится и разработка должна быть оставлена. Если штреками, проведенными изъ шахты, будетъ открыта новая богатая залежь озокерита, то она достигается новою шахтою, углубляемой по сосѣдству съ данною, причемъ разстояніе между ними, согласно съ новымъ закономъ, не можетъ быть менѣе 10 метровъ.

Благодаря малой продолжительности существованія шахтъ, въ нихъ не дѣлаютъ никакихъ сложныхъ приспособленій. Подъемъ породы, подъемъ и спускъ рабочихъ производится помощью ручного ворота, несмотря на то, что нѣкоторыя шахты достигаютъ глубины 250 и болѣе метровъ; поперечные размѣры шахтъ дѣлаются также небольшими, не болѣе $^3/_4$ метра въ діаметрѣ. Рабочіе, находящіеся въ выработкахъ, привязаны веревкою къ валу ворота, чтобы ихъ легко можно было вытащить въ случаѣ удушенія газами. Работа ведется съ предохранительными лампами, такъ какъ выдѣляющіеся газы легко даютъ взрывы.

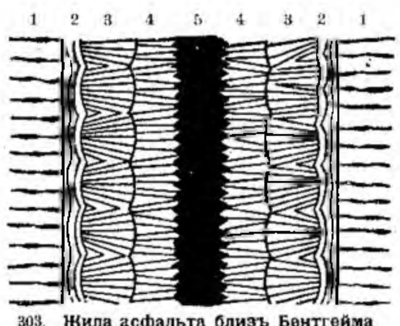
Цѣна озокерита колеблется въ предѣлахъ отъ 18 до 25 гульденовъ за 100 килограммовъ продукта и въ 1894 году составляла 20—23,5 гульденовъ. Производительность рудниковъ колеблется въ зависимости отъ спроса на озокеритъ отъ 1 до 2 тысячъ вагоновъ на сумму отъ 2 до 4 милліоновъ гульденовъ. Большая часть добычи перерабатывается въ Австріи, часть же ея идетъ въ сыромъ видѣ заграницу и, главнѣйше, въ Германію.

Асфальтъ.

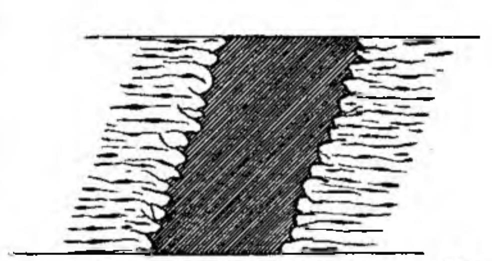
Въ общежитіи соединяютъ подъ именемъ асфальта массу продуктовъ различнаго минералогическаго состава, среди которыхъ различаютъ: соб-

ственно асфальтъ или горную смолу, состоящій, главнѣйше, изъ твердыхъ углеводородовъ и ихъ окисловъ и, такъ называемый, асфальтовый камень, состоящій изъ какой либо пустой породы (глинъ, песчаниковъ и известняковъ), проникнутой включеніями асфальта. Собственно асфальтъ встрѣчается часто въ видѣ жилъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ Бентгеймѣ, (провинція Ганноверъ въ Пруссіи), относящійся къ мѣловой системѣ. Центральная часть жилы занята слоемъ чистаго асфальта (см. 5, фиг. 303), боковыя же ея части выполнены глинистымъ асфальтомъ (2), лучистымъ сѣрнымъ колчеданомъ (3) и столбчатымъ известковымъ шпатомъ (4). Въ провинціи Новый Брауншвейгъ въ Канадѣ имѣется жила асфальта мощностью отъ 1 до 6 метровъ, залегающая среди древнихъ каменноугольныхъ отложеній. Асфальтъ здѣсь отличается блестящимъ чернымъ цвѣтомъ, легко даетъ раковинную отдѣльность и называется альбертитомъ. Добыча асфальта ведется уже давно и въ настоящее время разработки достигли уже глубины 300 метровъ.

Большіе куски асфальта выбрасываются часто Мертвымъ моремъ, въ



303. Жила асфальта близъ Бентгейма по Креднеру.



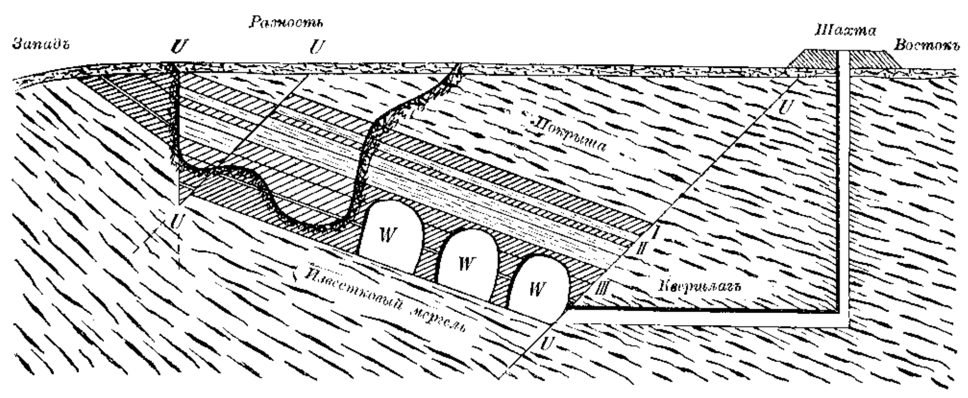
304. Жила асфальта въ Новомъ Брауншвейгѣ по Давсону.

окрестностяхъ котораго имѣются значительныя залежи этого ископаемаго. Асфальтъ собирается окрестными жителями и чрезвычайно высоко цѣнится въ техникѣ за свою чистоту.

Вѣсъ нѣкоторыхъ глыбъ, выброшенныхъ на поверхность воды послѣ одного изъ большихъ землетрясеній, доходилъ до нѣсколькихъ тоннъ. Куски асфальта, вслѣдствіе малаго удѣльнаго вѣса, колеблющагося въ предѣлахъ 1,1—1,2 плаваютъ въ насыщенной солями водѣ, Мертваго моря. Происхожденіе этихъ глыбъ до сихъ поръ не выяснено съ достаточной убѣдительностью.

На западномъ берегу острова Тринидата находится, такъ называемое, асфальтовое озеро, откуда уже въ продолженіе 100 лѣтъ ведется добыча асфальта въ большихъ количествахъ. Асфальтъ, съ небольшою примѣсью землистыхъ веществъ, находится здѣсь въ небольшомъ углубленіи, напоминающемъ своею формою кратеръ древняго вулкана. Геологъ Rekcham, изслѣдовавшій самое озеро и его окрестности, считаетъ поверхность озера равною 40 гектарамъ. Корка асфальта, въ общемъ напоминающая по своему виду илъ, остающійся на днѣ пруда, послѣ выпуска изъ него воды, настолько прочна, что на ней можно свободно стоять. Мѣстами корка эта прорѣзана трещинами изъ которыхъ выступаетъ вода. Изъ озера идетъ широкій потокъ асфальта, впадающій въ море и названный асфальтовой рѣкой. Вдоль рѣки расположены асфальтовые заводы, „La Brea“, что значитъ по испански горная смола, обязаннаго добычѣ асфальта своимъ происхожденіемъ и получившаго отъ него свое названіе. Раскопки показали, что мощность слоя асфальта здѣсь достигаетъ величины 13 метровъ. Всѣ мѣсторожденія Тринидата принадлежатъ англійскому правительству.

Добыча ведется открытыми работами. Часть добычи нагружается на суда и пускается въ продажу въ сыромъ видѣ; большая же ея часть подвергается переплавкѣ, причемъ содержащіяся въ асфальтѣ землистыя вещества садятся на дно котла, влага испаряется, а очищенный асфальтъ вычерпывается изъ котла и отливается въ формы. Берега озера, а частью и самая его поверхность покрыты роскошной растительностью, развитію которой вредятъ сильные лѣсные пожары. При этомъ иногда загорается и самый асфальтъ, сплавляясь въ плотную твердую массу, называемую здѣсь желѣзною смолою. Добыча асфальта, повидимому, не вызываетъ истощенія его въ озерѣ и окрестностяхъ послѣдняго. Кора твердаго асфальта имѣется только на поверхности, на глубинѣ же находится расплавленный асфальтъ, которымъ часто заполняются ямы, образовавшіяся при добычѣ и, такимъ образомъ, пополняются запасы. Асфальтъ съ острова Тринидата отправляется въ большомъ количествѣ по всѣмъ частямъ свѣта и добыча асфальта здѣсь доходитъ до 90 000 т. ежегодно.



305. **Разрѣзъ разработокъ для добычи асфальта въ Лиммерѣ близъ Ганновера.** (По Гоффману.)

Асфальтовый камень встрѣчается въ большомъ количествѣ во многихъ мѣстахъ земного шара, причемъ пропитанный асфальтомъ известнякъ предпочитается въ техникѣ песчанику. Изъ германскихъ мѣсторожденій укажемъ на добычу асфальтоваго камня въ Лиммерѣ, (Ганноверская провинція) въ Форволѣ (Брауншвейгъ) и Лобзаннѣ (Эльзасъ). Большою извѣстностью пользуются также мѣсторожденія асфальтоваго камня въ Валь-де-Траверсъ, въ швейцарскомъ кантонѣ Невшатель, мѣсторожденіе Зейсселя близъ Пирмонти въ долинѣ Роны. Асфальтовый камень добывается также близъ Рагузы въ Сициліи. Большое количесто асфальта, идущаго для удовлетворенія внутреннихъ потребностей государства, добывается въ Россіи въ Симбирской губерніи. Въ шт. Ута — въ сѣверной Америкѣ находится одно изъ величайшихъ мѣсторожденій асфальта.

Какъ примѣръ разработки мѣсторожденій асфальтоваго камня приводимъ здѣсь мѣсторожденія близъ Лиммера въ Ганноверѣ. Асфальтовый камень представляютъ собою три пласта известняка, пропитаннаго битуминозными веществами. По многочисленнымъ заключеннымъ въ известнякѣ раковинамъ пласты эти, общая мощность которыхъ достигаетъ 11,0 метра относятся къ верхнему отдѣлу юрской системы. Пласты разрабатываются частью открытыми работами, частью же нижній болѣе мощный пластъ обвалами *W*. Правильность напластованія нарушена сбросами *U*. Содержаніе битуминозныхъ веществъ доходитъ до 12—14%; для мощенія улицъ идетъ смѣсь этого камня съ 5—9% гудрона чистаго асфальта, получаемаго изъ Тринидата.

Большая часть добываемаго въ настоящее время асфальта примѣняется для мощенія улицъ. Асфальтовыя мостовыя дѣлаются или изъ жидкаго асфальта, тутъ же расплавляемаго, которымъ наполняется данная часть мостовой, или изъ прессованныхъ асфальтовыхъ торцевъ. Послѣдніе получаютъ теперь значительное распространеніе и все болѣе и болѣе вытѣсняютъ собою деревянные торцы. Стоимость устройства асфальтовой мостовой составляетъ около 13 мар. за квадратный метръ и къ концу 1896 г. въ Берлинѣ было до $5^1/_2$ милліоновъ кв. метровъ асфальтовой торцовой мостовой.

Кромѣ того асфальтъ примѣняется, какъ водонепроницаемый матеріалъ для приготовленія кровельнаго толя, для кладки фундаментовъ, для прокладки въ стѣнахъ съ цѣлью предохранить помѣщенія отъ сырости и т. п. Значительная эластичность асфальтоваго бетона способствуетъ его распространенію для кладки фундаментовъ подъ динамомашины, газа и керосино-моторы гдѣ желательно уменьшить шумъ отъ движенія этихъ машинъ. Раствореніемъ асфальта въ терпентиновомъ маслѣ получаются различныя черныя краски, достоинство которыхъ зависитъ отъ степени чистоты взятыхъ продуктовъ. Нѣкоторыя изъ этихъ красокъ примѣняются для покрытія кровельнаго желѣза съ цѣлью предохранить его отъ вліянія мороза.

Изъ самаго чистаго асфальта и терпентиновыхъ маселъ съ прибавленіемъ небольшого количества высыхающихъ маселъ готовятся асфальтовые лаки, продаваемые по 4—5 марокъ за килограммъ. Изъ асфальта же готовится хорошая бурая краска съ золотистымъ отливомъ, находящая примѣненіе въ живописи, но обладающая тѣмъ недостаткомъ, что она темнѣетъ на свѣту. Отъ этого и зависитъ, по мнѣнію нѣкоторыхъ, быстрое выцвѣтаніе нѣкоторыхъ картинъ нидерландской школы.

Нѣкоторыя составныя части асфальта, теряютъ при дѣйствіи свѣта способность растворяться въ терпентиновомъ маслѣ, на чемъ и основано примѣненіе асфальта для приготовленія геліогравюръ и фотогравюръ.

По Ротвелю общая міровая добыча асфальта составила въ 1896 г. 800 000 тоннъ.

Въ заключеніе настоящаго отдѣла скажемъ нѣсколько словъ о добычѣ различныхъ родовъ ископаемаго горючаго въ Россіи.

Краткая характеристика русскихъ мѣсторожденій каменнаго и бураго угля и антрацита приводится ниже въ геологическомъ очеркѣ Россіи, здѣсь же мы ограничимся только тѣмъ, что приведемъ нѣкоторыя данныя о количествѣ добытаго угля и антрацита въ различныхъ углепромышленныхъ районахъ.

По даннымъ отчета о состояніи горнозаводской промышленности въ Россіи въ 1896 году, въ означенномъ году было добыто всего:

Каменнаго угля . . .	520 207 662	пуд.	—	8 400 000 тоннъ
Антрацита	48 583 230	„	—	780 000 „
Бураго угля . . .	3 709 170	„	—	60 000 „
Всего	572 500 062	пуд.	—	9 250 000 тоннъ

По добычѣ каменнаго угля Россія въ означенномъ году занимала 7-е мѣсто среди остальныхъ государствъ земного шара, уступая въ этомъ отношеніи Великобританіи, Соединеннымъ штатамъ, Германіи, Франціи, Австро-Венгріи и Бельгіи[1].

По отдѣльнымъ нашимъ горнопромышленнымъ районамъ добыча этихъ родовъ ископаемаго горючаго распредѣлялась слѣдующимъ образомъ:

---

[1] См. таблицы міровой производительности каменнаго угля на стр. 244 настоящей книги.

Было добыто въ бассейнахъ.	Каменнаго угля	Антрацита	Бураго угля и пр.	Всего пудовъ	
Донецкомъ	263180211	48583230	.	311763441	535408446
Царства Польскаго	220405055	—	3239950	223645005	
На Уралѣ	22296580	—	—	22296580	
Подмосковномъ	9636142	—	—	9636142	
Кузнецкомъ	1392236	—	—	1392236	
На Кавказѣ	1784597	—	68200	1852797	
Въ Приморск. обл.	1079406	—	—	1079406	
Туркестанскомъ кр.	409160	—	—	409160	
Кіево-Елисаветградскомъ	—	—	299497	299497	
Киргизской степи	24275	—	101131	125406	

Такимъ образомъ первое мѣсто по добычѣ угля въ Россіи принадлежало въ означенномъ году Донецкому и Домбровскому каменноугольнымъ бассейнамъ, на которыхъ было добыто 545408446 пуд. изъ 572500062 пуд., составлявшихъ общую добычу этихъ ископаемыхъ въ Россіи.

Въ частности въ Донецкомъ бассейнѣ добытъ весь полученный въ Россіи антрацитъ, а на долю Домбровскаго бассейна приходится почти вся добыча бураго угля. Наконецъ Донецкій бассейнъ является главнымъ поставщикомъ потребляемаго мѣстными заводами кокса (въ 1896 году изъ Донецкаго угля было приготовлено 34426764 пуда кокса), такъ какъ коксъ изъ уральскаго угля не пригоденъ для доменнаго производства по причинѣ значительнаго содержанія сѣры, а сибирскій коксъ имѣетъ лишь крайне ограниченный сбытъ.

Для характеристики постепеннаго роста каменноугольной промышленности Россіи по сравненію съ ростомъ соотвѣтствующей отрасли промышленности другихъ государствъ, мы приводимъ въ прилагаемой таблицѣ цифры годовой добычи ископаемаго горючаго въ различныхъ странахъ въ 1887 и 1896 годахъ:

Названіе государствъ	Добыча въ тысячахъ пудовъ 1887 г.	1896 г.
Великобританія	10051397	12107707
Соединенные Штаты	7249972	10306377
Германія	4650213	6919718
Франція	1298568	1780590
Австро-Венгрія	1333582	1995188
Бельгія	1121219	1296372
Россія	276779	572500
Прочія государства	947806	245605
Всего	26899536	36224057

Изъ таблицы легко видѣть, что въ то время, какъ общая міровая добыча угля увеличилась въ 1897 примѣрно въ 1,35 раза по сравненію съ соотвѣтствующей добычею 1887 года, добыча угля въ Россіи увеличилась въ 2,07 раза и что такимъ образомъ ростъ годовой добычи угля въ Россіи значительно превышаетъ ростъ добычи этого ископаемаго въ другихъ государствахъ.

Цифры приведенной ниже таблицы годовой добычи угля въ различныхъ каменноугольныхъ бассейнахъ Россіи за періодъ времени съ 1887—1896 года показываютъ, что значительная роль въ столь быстромъ возрастаніи годовой добычи угля принадлежитъ опять таки Донецкому каменноугольному бассейну, годовая производительность котораго поднялась со 125484411 пуд.— въ 1887 году до 311763441 пуда — въ 1896 году, увеличившись въ 2,4 раза, между тѣмъ какъ общая добыча угля въ Россіи увеличилась за это время

Было добыто ископаемаго угля.

Въ бассейнахъ	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Донецкомъ	125484411	146759719	189869078	183248872	191658639	218056792	239832500	295831513	298310970	311763441
Польскомъ	121157169	147357074	151108996	150792540	158830730	175991231	193359021	204708367	224764886	223645005
Подмосковномъ .	17589137	16865031	18697257	14268122	11022290	10971815	10040732	11846850	10158494	9636142
Уральскомъ . . .	9972089	91700	16040023	15223649	14988866	15437681	13889108	17010027	17631517	22296580
Киргизск. степи .	72500	12757123	174752	126700	139000	106451	100415	95800	190890	125406
Кіево - Елисаветградскомъ . . .	558915	225000	853000	693300	677400	124000	472320	744535	356038	299497
Приморской обл. .	556317	600325	620225	892917	1078325	781460	751200	1131102	1123564	1079406
Кузнецкомъ	807804	1010387	895495	1051540	1148524	1105277	1018122	1234369	1233292	1392236
На Кавказѣ	215700	511415	667035	604720	489610	1148393	1611565	1790099	1136056	1852797
Въ Туркестанѣ . .	365732	426140	423241	300885	473855	333080	852990	508096	507574	409160
„ Онежск. краѣ	—	—	1100	800	300	200	300	—	—	—
„ Енисейской губерніи . . .	—	—	—	—	—	—	—	20071	11000	—
Тургайской обл. .	—	—	—	—	—	—	—	600	340	392
Южно - Уссурійск. краѣ	—	—	—	—	—	—	—	—	40350	—
Всего	276779774	316593914	379350192	367203045	380526569	424053380	434818273	534941429	555462578	572500062

всего въ 2,07 раза. Такой ростъ годовой производительности угля въ Донецкомъ бассейнѣ продолжается и до настоящаго времени, благодаря обильному приливу капиталовъ и открытію новыхъ металлургическихъ заводовъ, обезпечивающихъ мѣстнымъ углепромышленникамъ постоянный и выгодный сбытъ. Наконецъ для уясненія характера промышленности Донецкаго и Домбровскаго бассейновъ полезно замѣтить, что примѣрно около $^3/_4$ всего отправляемаго съ рудниковъ Донецкаго бассейна угля и около 86% общей отправки угля Домбровскаго бассейна получаются на рудникахъ крупныхъ компаній, отправляющихъ каждая 6 и болѣе милліоновъ пудовъ угля въ годъ и что въ настоящее время мы имѣемъ уже рудники съ годовою производительностью угля около 40 милліоновъ пудовъ. Такимъ образомъ въ Донецкомъ и Домбровскомъ каменноугольныхъ бассейнахъ мы имѣемъ дѣло съ концентраціей добычи угля въ рукахъ немногихъ крупныхъ компаній, обладающихъ значительными капиталами и отличающихся большою производительностью своихъ копей.

Заканчивая сказаннымъ общую характеристику современнаго положенія каменноугольной промышленности Россіи, замѣтимъ, что всего на угольныхъ копяхъ было занято въ 1896 году 38 917 челов. рабочихъ внутри рудниковъ и 13 531 челов. на поверхности и что на каждаго рабочаго внутри рудника приходилось: въ Домбровскомъ бассейнѣ — около 22 000 пуд., на Уралѣ — около 13 000 пуд., въ Донецкомъ 12 500 пуд., въ Подмосковномъ — 11 300 пудовъ годовой добычи угля.

О мѣсторожденіяхъ и добычѣ нефти на Кавказѣ было подробно говорено выше, здѣсь же намъ остается только сказать, что изъ другихъ горючихъ ископаемыхъ этой группы въ Россіи добывается асфальтъ и киръ изъ мѣсторожденій асфальтоваго камня и гудроннаго песчаника въ Симбирской губерніи близъ города Сызрани.

Всего въ 1896 году на означенныхъ мѣсторожденіяхъ было добыто асфальтоваго камня 1 267 550 пуд. и 75 куб. саженъ гудроннаго песчаника. Кромѣ того мѣсторожденія асфальта и гудрона разрабатывались на полуостровѣ Керчи, въ Ферганской области, на островѣ Челекенѣ и на Кавказѣ, гдѣ добывается, главнѣйше, киръ.

Добыча солей.

Подъ именемъ солей въ горномъ дѣлѣ понимаются всѣ вообще растворимыя въ водѣ полезныя ископаемыя. Число отдѣльныхъ минераловъ этой группы, правда, значительно меньше числа минераловъ, представляющихъ руды различныхъ металловъ, но во всякомъ случаѣ можно насчитать до 20 различныхъ видовъ, пользующихся значительнымъ примѣненіемъ въ различныхъ отрасляхъ химической промышленности, а потому и добываемыхъ въ большомъ количествѣ изъ нѣдръ земли.

Важнѣйшимъ изъ ископаемыхъ этого отдѣла является каменная или поваренная соль, потребленіе которой, какъ приправы къ кушаніямъ и какъ матеріала для полученія другихъ соединеній, было извѣстно еще со временъ глубокой древности. По химическому составу поваренная соль представляетъ собою соединеніе натрія съ хлоромъ и въ чистомъ видѣ является безцвѣтною въ видѣ кристалловъ кубической формы, обладающихъ совершенною спайностью по плоскостямъ куба.

Находящаяся въ природѣ каменная соль содержитъ обыкновенно, въ качествѣ примѣсей, глину, ангидридъ, гипсъ и нѣкоторыя другія соединенія. Мѣсторожденія каменной соли встрѣчаются обыкновенно среди осадочныхъ породъ, чаще всего пермской и другихъ болѣе новыхъ системъ. Вслѣдствіе складчатости и другихъ дислокаціонныхъ процессовъ пласты соли, залегавшіе

во время своего образованія горизонтально, измѣнили свое положеніе, образуя нерѣдко штоки, отличающіеся большою мощностью и крайне неправильнымъ очертаніемъ, каковыми являются штокообразныя залежи соли въ Альпійскихъ горахъ. Въ бездождныхъ мѣстахъ соль садится на днѣ и по берегамъ соляныхъ озеръ, которыми богата напримѣръ Каспійская низменность, окрестности Мертваго моря въ Палестинѣ, которое само представляетъ собою огромное соляное озеро, штатъ Ута въ Сѣверной Америкѣ, со своимъ знаменитымъ большимъ Солянымъ озеромъ и другія мѣстности. Рѣки, впадающія въ эти озера, несутъ съ собою массу минеральныхъ солей, а жаркій климатъ и отсутствіе дождей въ данной мѣстности способствуютъ усиленному испаренію воды и большей концентраціи соли въ ней, пока наконецъ концентрація не дойдетъ до своего предѣла и соль не начнетъ выдѣляться въ видѣ корки по берегамъ и на днѣ озера. При дальнѣйшемъ высыханіи озеръ получаются такъ называемыя солончаковыя степи, встрѣчающіяся въ южной Россіи, южной Америкѣ — въ бездождной полосѣ по берегу Тихаго океана и въ Аргентинской республикѣ, южной Африкѣ и другихъ мѣстахъ.

Источникомъ для полученія соли служитъ и морская вода, содержащая до $3\,^1/_2\,\%$ различныхъ солей, большую часть которыхъ составляетъ поваренная соль.

Содержаніе различныхъ солей въ морской водѣ колеблется для различныхъ мѣстностей и составляетъ въ среднемъ:

Хлористаго натрія	2,7 %
Хлористаго калія	0,07 %
Хлористаго магнія	0,36 %
Бромистаго магнія	0,002 %
Сѣрнокислаго магнія	0,230 %
Сѣрнокислаго кальція	0,140 %
Всего .	3,502 %

Соль содержится также въ водѣ многихъ источниковъ, вытекающихъ изъ горныхъ породъ. Такъ источники близъ Рейхенгалля содержатъ до 23, а источники въ Артенѣ къ востоку отъ Киффгэйзера, даже, до $25\,^1/_2\,\%$ соли. Потребность въ соли такъ велика, что послѣдняя добывается изъ всѣхъ указанныхъ мѣсторожденій.

Вмѣстѣ съ каменной солью встрѣчаются многія другія соли, имѣющія важное промышленное значеніе. Важнѣйшими изъ нихъ служатъ каліевыя соли, получившія въ послѣднее время значительное распространеніе въ сельскомъ хозяйствѣ, гдѣ онѣ примѣняются частью въ сыромъ, а частью въ обработанномъ видѣ, какъ хорошее удобрительное средство. Германскія мѣсторожденія каліевыхъ солей пользуются монополіей по доставкѣ этого продукта на міровой рынокъ, такъ какъ за исключеніемъ Германіи каліевыя соли добываются и то въ ничтожномъ количествѣ только въ Калусцѣ, — въ восточной Галиціи. Значительнѣйшія мѣсторожденія соли находятся въ Стассфуртѣ и Леопольдсгалле, а равно и по сѣверному склону Гарца въ мѣстечкахъ Лангельсхеймъ, Биппенбургъ и Вильгельмсгалль. За послѣднее время добыча каліевыхъ солей сдѣлалась на столько выгодною, что повсюду ведется буреніе на эти соли и получаются отрадныя извѣстія объ открытіи большихъ залежей этого продукта въ Тидергалле близъ Брауншвейга, въ Рюдерсдорфѣ къ востоку отъ Бучлина въ Любтенѣ (герцогство Мекленбургъ) въ Зальцунгенѣ — къ югу отъ Эйзенаха на берегу Оберрёблингерскаго озера близъ Эйслебена и въ другихъ мѣстахъ. Къ сожалѣнію, духъ спекуляціи, проникшій въ эту отрасль промышленности, не позволяетъ довѣрять всѣмъ извѣстіямъ о громадныхъ запасахъ вновь открытыхъ мѣсторожденій, почему вопросъ о томъ, заслуживаютъ ли всѣ эти мѣсторожденія разработки, и связанные съ нимъ вопросы о паденіи цѣнъ на каліевыя соли, вслѣдствіе гро-

маднаго роста ихъ добычи, слѣдуетъ признать вопросами открытыми. Въ настоящее время синдикатъ солепромышленниковъ регулируетъ добычу каліевыхъ солей, сообразно съ потребностью рынка и удерживаетъ цѣну на нихъ на постоянной высотѣ.

Добыча каліевыхъ солей и ихъ переработка на хлористый калій и удобрительныя вещества началась лишь съ 1860 года. До тѣхъ поръ незначительныя количества этихъ солей въ смѣси съ другими солями разсматривались, какъ примѣсь къ каменной соли, ухудшавшія качества этой послѣдней и поступали въ отвалъ. Около 1860 года въ Стассфуртѣ были открыты впервые значительныя залежи каинита и въ томъ же году былъ построенъ первый заводъ для переработки этого ископаемаго. Начиная съ этого года добыча каинита постепенно растетъ какъ по количеству добычи, такъ и по стоимости продукта и выражалась за послѣднее время слѣдующими цифрами:

Добыча каліевыхъ солей въ Германіи.

Годъ	Добыча каинита		Добыча другихъ солей	
	Количество въ тоннахъ	Стоимость въ маркахъ	Количество въ тоннахъ	Стоимость въ маркахъ
1890	361 827	5 200 000	913 030	11 305 000
1891	472 256	6 800 000	899 000	11 086 000
1892	549 445	7 840 000	802 600	10 129 000
1893	664 986	9 600 000	861 160	11 048 000
1894	727 234	10 300 000	916 340	11 952 000
1895	661 470	9 310 000	860 305	11 270 000
1896	877 885	13 299 000	902 707	11 857 234
1897	995 821	13 985 000	950 367	12 079 000

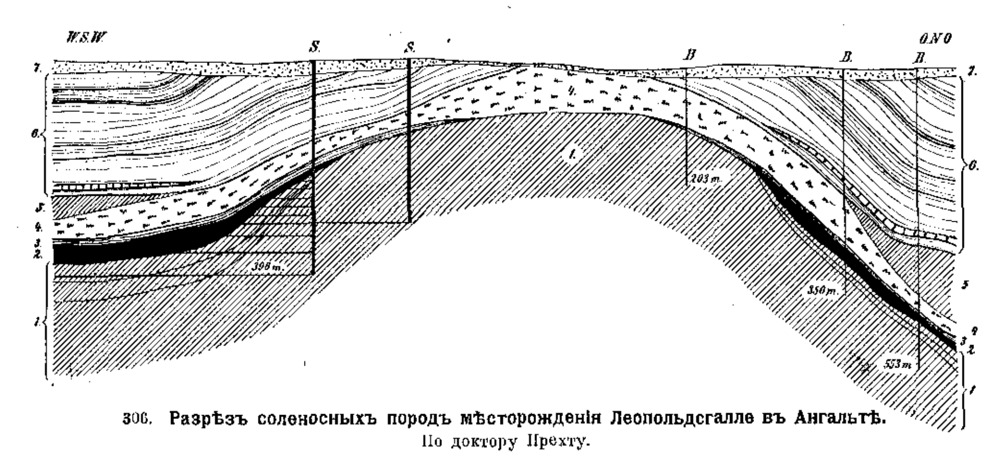
Изъ различныхъ каліевыхъ солей наичаще встрѣчаются слѣдующія: сильвинъ — по составу чистый хлористый калій, похожъ по наружному виду на поваренную соль, отличаясь отъ нея нѣсколько своеобразнымъ вкусомъ, сильвинитъ — двойная соль хлористыхъ калія и натрія; карналитъ, частью бѣлаго, а частью розоваго цвѣта, представляетъ по составу двойную соль хлористаго калія и магнія. Каинитъ — состоитъ изъ тѣхъ же веществъ въ другомъ процентномъ содержаніи, шёнитъ — смѣсь сѣрнокислыхъ солей калія и магнія, полигалитъ — смѣсь тѣхъ же веществъ съ примѣсью сѣрнокислаго кальція и др.

Примѣненіе всѣхъ указанныхъ солей въ техникѣ и сельскомъ хозяйствѣ основано, главнѣйше, на значительномъ содержаніи въ нихъ калія; изъ другихъ же составныхъ частей имѣютъ нѣкоторое значеніе хлористыя и сѣрнокислыя соли магнія, которыя и извлекаются изъ нихъ въ небольшомъ, сравнительно, количествѣ.

Въ природѣ всѣ описанныя соединенія сопровождаютъ собою мощныя залежи каменной соли, заключаясь, главнѣйше, въ породахъ висячаго бока этихъ послѣднихъ. Такой характеръ залеганія этихъ солей хорошо объясняется отложеніемъ ихъ изъ морской воды и приведеннымъ на стр. 291 составомъ растворенныхъ въ ней минеральныхъ веществъ. При медленномъ испареніи морской воды въ отдѣльныхъ бухтахъ изъ нея осаждалась сначала значительная часть содержащейся въ ней каменной соли, а затѣмъ уже другія хлористыя и сѣрнокислыя соли въ зависимости отъ процентнаго содержанія ихъ въ водѣ и коэффиціента растворимости въ ней. Поверхъ этихъ солей отлагался слой глинистыхъ веществъ, игравшій большую роль въ дальнѣйшемъ предохраненіи образовавшейся залежи отъ растворяющаго дѣйствія воды. Описанный способъ образованія залежей поваренной соли и ея спутниковъ повторяется на нашихъ глазахъ при медленномъ испареніи воды изъ морскихъ лимановъ и соляныхъ озеръ, что и служитъ лучшимъ подтвержде-

ніемъ возможности образованія этимъ путемъ мощныхъ отложеній каменной соли въ отдаленныя геологическія эпохи.

Хорошимъ примѣромъ, подтверждающимъ описанный способъ образованія соли, служитъ представленный на фиг. 310 профиль мѣсторожденія соли по склонамъ Магдебургскаго хребта въ герцогствѣ Ангальтъ. Нижній наиболѣе древній по времени своего образованія слой соли залегаетъ въ видѣ пласта весьма разнообразной мощности (отъ 150 до 900 метровъ) между отложеніями пермской и тріасовой системъ. Почва пласта была достигнута скважинами близъ Унзебурга и близъ содовыхъ заводовъ Сольвея и состояла изъ ангидрида и глинистаго сланца. Пластъ соли содержитъ пропластки ангидрида, придающіе пласту характеръ отдѣльныхъ слоевъ. Въ верхней части пласта ангидридъ замѣщается полигалитомъ и кизеритомъ. Поверхъ каменной соли расположены отложенія каліевыхъ солей (2), которыя состоятъ, главнѣйше, изъ карналита, съ небольшою примѣсью сильвинита, каинита и шенита, обязанныхъ своимъ происхожденіемъ, вѣроятно, позднѣйшему пре-



306. **Разрѣзъ соленосныхъ породъ мѣсторожденія Леопольдсгалле въ Ангальтѣ.**
По доктору Прехту.

образованію карналита отъ дѣйствія воды. На толщу карналита налегаютъ толща глины, около 8 метр. мощности (3), затѣмъ толща ангидрида (4), поверхъ которой въ нѣкоторыхъ частяхъ мѣсторожденія находится новый пластъ соли (5), далѣе слой сланцевъ, относящійся къ тріасовой системѣ и наконецъ слой наносовъ (7).

На вершинѣ сѣдла образованнаго нижнимъ пластомъ соли, каліевыя соли или не отлагались вовсе, или были смыты послѣдующими процессами. Что мѣсторожденіе, послѣ своего образованія, подверглось значительнымъ измѣненіямъ доказывается сильною складчатостью пластовъ, рисунокъ которой на одномъ изъ кусковъ соли мы приводимъ на прилагаемой фигурѣ 307.

Разработки каліевыхъ солей получаютъ, иногда, весьма красивый видъ, благодаря смѣнѣ прослойковъ солей разнаго цвѣта.

Другія соли, о которыхъ будетъ говорено ниже, хотя и имѣютъ мѣстами большое значеніе, какъ, напр., отложенія селитры въ Южной Америкѣ, залежи соды въ Соединенныхъ Штатахъ, отложенія буры на Кавказѣ и т. п., но все же онѣ не могутъ, по своему значенію, сравниваться съ поваренной солью, которая пользуется громаднымъ распространеніемъ, почти повсемѣстно. Мы, поэтому, разсмотримъ сначала добычу именно этого продукта, какъ имѣющаго громадное значеніе для человѣчества, причемъ остановимся прежде всего на добычѣ соли изъ морской воды и изъ воды источниковъ, откуда она добывается уже съ незапамятныхъ временъ, и какъ на такомъ способѣ добычи, который указанъ намъ самой природой, такъ какъ въ природѣ

встрѣчаются часто озера, отлагающія соль и источники, содержащіе ее въ значительномъ количествѣ.

Добыча морской соли. Тамъ, гдѣ на пологихъ берегахъ моря отъ него отдѣляются дюнами или песчаными косами неглубокіе лиманы, имѣющіе сообщеніе съ моремъ, лишь въ періоды высокаго уровня воды и гдѣ климатъ тому благопріятствуетъ, испареніе воды въ лиманахъ идетъ весьма быстро и на берегахъ лимана осаждается корка соли, которая можетъ достигнуть большой толщины, если во время бурь и вѣтровъ въ лиманъ будетъ попадать морская вода, приносящая съ собою новыя количества соли. Отложившаяся соль имѣетъ горькій вкусъ, вслѣдствіе значительной примѣси магнезіальныхъ солей и потребляется въ пищу только мѣстными жителями, привыкшими къ ней. Добыча самоосадочной морской соли ведется въ значительномъ количествѣ на берегахъ Атлантическаго океана во Франціи, Чернаго моря въ Южной Россіи, въ Аравіи, Индіи, Китаѣ и другихъ мѣстахъ земного шара. Небольшое количество соли добывается описаннымъ способомъ и на скалистыхъ берегахъ въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки, гдѣ морская вода, во время сильныхъ волненій, попадаетъ въ естественныя углубленія берега и, испаряясь, отлагаетъ корку соли.



307. **Складчатость каменной соли. Образецъ изъ Стассфурта.**

Наблюденія надъ образованіемъ самоосадочной морской соли научили человѣка устраивать вспомогательныя приспособленія для добычи соли въ такихъ мѣстностяхъ по берегу моря, гдѣ климатическія условія благопріятствуютъ испаренію воды и отложенію соли. Съ этою цѣлью на низкомъ и ровномъ морскомъ берегу устраиваютъ рядъ бассейновъ, сообщающихся между собою и съ моремъ. Дно и стѣны бассейновъ выкладываются пластической глиной, что бы сдѣлать ихъ непроницаемыми для воды. Во время высокихъ приливовъ вода поступаетъ сначала въ первый бассейнъ, гдѣ она подвергается сначала отмучиванію отъ содержащихся въ ней постороннихъ примѣсей, послѣ чего она при помощи шлюзъ пропускается постепенно черезъ рядъ послѣдующихъ бассейновъ, расположенныхъ одинъ надъ другимъ. Бассейны дѣлаются неглубокими, чтобы облегчить испареніе воды, которое, благодаря сухости климата, высокой температурѣ и господствующимъ сухимъ вѣтрамъ, идетъ достаточно быстро. Когда вода пройдетъ 6—7 такихъ бассейновъ, содержаніе соли въ ней, составлявшее первоначально около 3,5% (1 ч. на 27 ч. воды), увеличивается до предѣла своего насыщенія и при испареніи новаго количества воды въ слѣдующемъ послѣднемъ бассейнѣ соль садится на дно бассейна, а остающійся маточный растворъ,

содержащій, главнѣйше, хлористый магній, спускается обратно въ море. Осѣвшая соль собирается деревянными гребками, складывается въ кучи, дабы облегчить стеканіе разсола, который придаетъ соли горькій вкусъ. Для удаленія изъ соли остатковъ хлористаго магнія, присутствіе котораго дѣлаетъ ее гигроскопичною и неспособною къ перевозкѣ на сколько нибудь значительныя разстоянія, ее подвергаютъ многократной кристаллизаціи, какъ это, напримѣръ, дѣлается въ Португаліи, или очищаютъ въ центрофугахъ, какъ это дѣлается въ Индіи, и оставшуюся соль прессуютъ въ видѣ таблицъ и пускаютъ въ продажу.



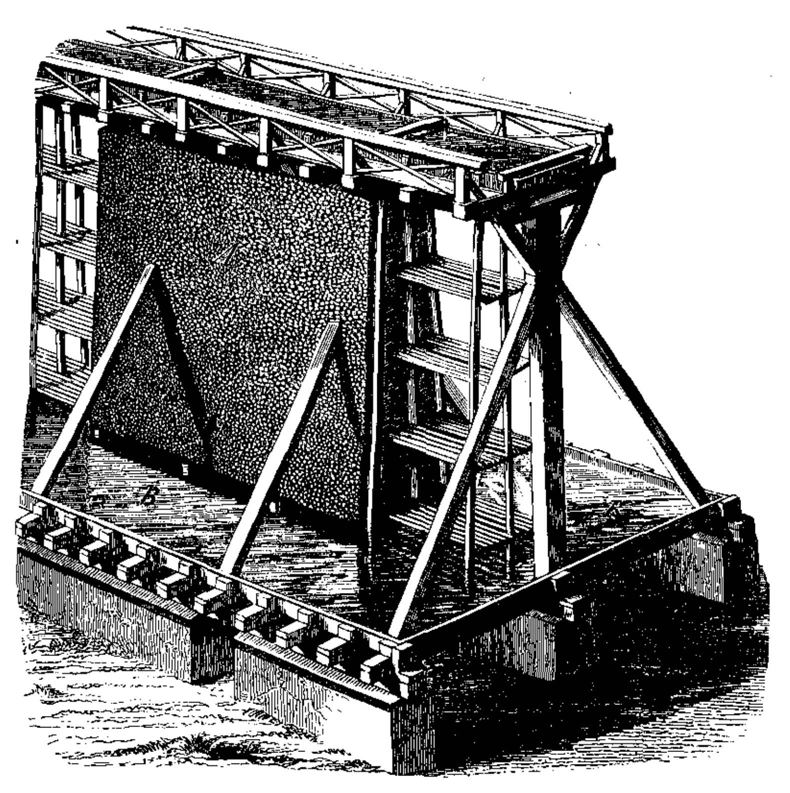
308. **Добыча соли въ Трансваалѣ.**

Описанный способъ добычи морской соли производится въ большихъ размѣрахъ въ провинціи Истріи на берегу Адріатическаго моря въ Австріи въ провинціи Убесъ (Португалія), близъ Адена въ Аравіи и въ Индіи. Въ Европѣ этотъ способъ добычи соли ведется, главнѣйше, лѣтомъ и соляные промыслы представляютъ въ это время года и особенно въ періоды собиранія соли крайне оживленную картину. На фиг. 308 представленъ общій видъ промысловъ въ Трансваалѣ. На сѣверномъ побережьи Европы и Азіи (въ Европейской и Азіатской Россіи) для добычи соли пользуются замораживаніемъ морской воды. Воду, собранную въ бассейнѣ, подвергаютъ дѣйствію мороза, отчего она покрывается коркою льда, содержащаго лишь небольшое количество растворенной въ водѣ соли, большая часть которой остается въ водѣ и, такимъ образомъ, концентрируется въ меньшемъ объемѣ послѣдней. Повторяя эту операцію нѣсколько разъ, увеличиваютъ содержаніе соли въ растворѣ до такого предѣла, что становится выгод-

нымъ прибѣгнуть къ вываркѣ послѣдняго для извлеченія содержащейся въ немъ соли.

Добыча соли изъ соляныхъ источниковъ. Во многихъ мѣстахъ изъ нѣдръ земли выходятъ источники, вода которыхъ богата солью и служитъ для полученія этой послѣдней. Иногда растворъ соли въ водѣ готовится искусственно, выщелачиваніемъ соленосныхъ глинъ, какъ это напримѣръ имѣютъ мѣсто при разработкѣ зинкверками въ Тиролѣ или раствореніемъ каменной соли, какъ это дѣлается на рудникѣ Шенебекъ въ Пруссіи.

Иногда для добычи разсоловъ изъ соленосныхъ породъ проводятъ особыя



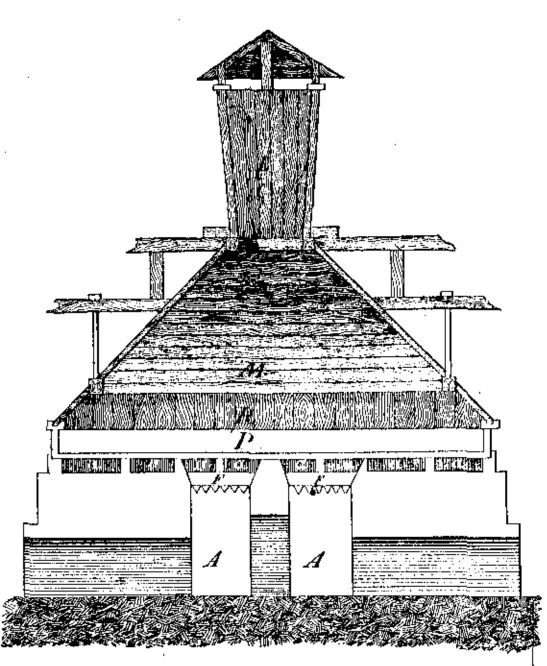
309. **Градирня.**

скважины, которыя тщательно предохраняются отъ проникновенія въ нихъ *прѣсной почвенной воды и по которымъ разсолъ поднимаютъ на поверхность* насосами.

Для концентраціи слабыхъ разсоловъ въ прежнее время пользовались обыкновенно градирнями, состоящими (см. фиг. 309) изъ толстаго слоя хвороста, на который отдѣльными струями попадалъ изъ верхняго жолоба слабый соляной растворъ. При прохожденіи раствора черезъ слой хвороста изъ него испарялось значительное количество воды и осаждались содержащіяся въ немъ трудно растворимыя въ водѣ углекислая и сѣрнокислая соль кальція. Многократнымъ пропусканіемъ разсола черезъ нѣсколько такихъ градиренъ, для чего растворъ, собравшійся въ нижнемъ жолобѣ, вновь поднимался насосами наверхъ, можно довести содержаніе соли въ разсолѣ до 18—20%, при которомъ становится уже выгодной выварка соли на соляныхъ варницахъ.

Усовершенствованія въ варницахъ, позволившія вести выварку и при меньшемъ сравнительно съ прежнимъ содержаніемъ соли съ одной стороны и конкурренція со стороны каменной и самоосадочной соли, сдѣлавшая невыгодною выварку соли изъ бѣдныхъ растворовъ съ другой, способствовали исчезновенію градиренъ и въ настоящее время онѣ имѣются лишь въ немногихъ, сравнительно, мѣстахъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ градирни еще имѣются, ими пользуются для устройства лѣчобныхъ заведеній. Прогуливаясь вдоль градиренъ и закрытые отъ нихъ стѣнкой, не пропускающей ѣдкихъ брызгъ разсола, больные вдыхаютъ цѣлительный для ихъ легкихъ воздухъ, насыщенный соляными испареніями.

Самая выварка соли изъ разсоловъ производится въ особыхъ плоскихъ сосудахъ, называемыхъ чренами, нагрѣвательная поверхность которыхъ доходитъ иногда до 200 и болѣе квадратныхъ метровъ. Въ чрены проводится по особымъ трубамъ разсолъ, который и подвергается испаренію, для чего подъ чренами *R* (см. фиг. 310) дѣлаются нѣсколько дымовыхъ ходовъ *a*, по которымъ проводятся продукты горѣнія изъ топокъ *F* съ поддувалами *A*. Для отвода паровъ воды надъ чреномъ устраивается шлемъ *M* съ пароотводной трубой *E*. Нѣсколько такихъ чреновъ помѣщаются въ одинъ общій сарай, называемый варницею.



310. **Соляная варница.**

Самый процессъ выпариванья разсола распадается обыкновенно на 3 части. Поступившій на чренъ разсолъ подвергается первоначально сильному кипѣнію, причемъ изъ него выдѣляются содержащіяся въ немъ соли кальція и желѣза, которыя и садятся въ видѣ желтаго шлама на дно сосуда. Шламъ выгребается изъ чрена, послѣ чего начинается выдѣленіе соли, которая при быстромъ испареніи садится въ видѣ мелкихъ кристалликовъ, а при медленномъ образуетъ большіе комки соли, пригодной для различныхъ техническихъ цѣлей. Мелкая соль требуетъ, для своего выдѣленія въ зависимости отъ глубины чрена и степени концентраціи раствора, отъ 12 до 24 часовъ, а крупная отъ 16 до 24 часовъ. Когда выдѣленіе соли закончилось и на чренѣ осталось лишь небольшое количество разсола, соль снимаютъ и кладутъ на кромки по краямъ чрена, гдѣ съ нея стекаютъ капли разсола, послѣ чего чренъ снова наполняютъ разсоломъ и ведутъ операцію надъ новою порціею этого послѣдняго. Послѣ нѣсколькихъ операцій, число которыхъ зависитъ отъ содержанія магнія въ разсолѣ, остатокъ раствора, называемаго маточнымъ разсоломъ, насыщается хлористымъ магніемъ, его сливаютъ и подвергаютъ испаренію на другомъ чренѣ, гдѣ изъ разсола садятся содержащіяся въ немъ соли калія и магнія, поступающія въ продажу, какъ удобрительное средство. Выдѣляющіяся изъ разсола во время сильнаго кипѣнія послѣдняго соли кальція и желѣза образуютъ на днѣ чрена твердую кору, такъ называемаго,

чреноваго камня, который время отъ времени счищается желѣзными скребками, для чего чренъ охлаждаютъ. Чреновый камень также идетъ въ продажу, какъ удобреніе. Соль, съ которой стекли капли разсола, высушиваютъ при частомъ перемѣшиваньи на особыхъ сушилахъ, подъ которыми проходятъ вышедшія изъ подъ чрена продукты горѣнія.

Въ тѣхъ странахъ, гдѣ имѣется налогъ на соль, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ Германіи, часть дешевой соли, идущей на потребности промышленности и сельскаго хозяйства, дѣлается обыкновенно негодной для употребленія ее въ пищу прибавленіемъ къ ней $^1/_4$% закиси желѣза и $^1/_4$% вермута. Прибавленіе перваго вещества придаетъ соли красную окраску и служитъ для предупрежденія обмана покупателей торговцами солью. Небольшая же примѣсь вермута дѣлаетъ соль горькой. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что скотъ охотно ѣстъ и эту, какъ ее называютъ, денатурализированную соль и что значительная часть ея примѣняется въ хозяйствѣ именно для кормленія скота.

Соляные источники пользуются распространеніемъ въ природѣ, и въ качествѣ примѣра мы приводимъ только наиболѣе извѣстные источники Германіи, каковы, напримѣръ, источники во Фридрихсгаллэ, Шёнебекѣ, Дюрренбергѣ, Галле и др. мѣстахъ.

Среди перечисленныхъ наибольшее значеніе имѣютъ источники въ Галле. Выварка соли началась здѣсь уже очень давно и рабочіе при существующихъ здѣсь съ незапамятныхъ временъ соляныхъ варницахъ и получившіе здѣсь особое названіе галлоровъ (солеваровъ), сохранили и до сихъ поръ особыя привилегіи, пожалованныя имъ въ различное время владѣльцами страны. Уже, начиная съ 800 года, слѣдовательно со временъ Карла Великаго, на базарной площади города Галле и на берегахъ рѣки Заале существовали небольшія варницы, *которыя мы можемъ разсматривать, какъ прототипъ современныхъ большихъ* варницъ. Слово Hal взято съ кельтскаго нарѣчія, гдѣ оно обозначаетъ соль, почему слогъ этотъ встрѣчается въ названіяхъ многихъ городовъ и деревень, близъ которыхъ ведется добыча соли. Такъ однѣ изъ наиболѣе древнихъ варницъ находятся въ Hallstatt'ѣ въ Зальцкаммергутѣ, въ г. Hallein въ герцогствѣ Зальцбургъ, въ Hall'ѣ въ Тиролѣ и Вюртенбергѣ и т. п.

Солевары, какъ и большинство населенія провинціи Саксоніи не являются чистыми представителями кельтской расы, а скорѣе смѣсь кельтскаго, славянскаго и ирландскаго племенъ. Съ самаго начала они были платными рабочими при варницахъ и составляли ранѣе особую корпорацію, подъ именемъ: „братства солеваровъ въ долинѣ“. Занятіе солевареніемъ переходило преемственно отъ отца къ сыну, независимо отъ смѣны владѣльцевъ варницами. Такимъ образомъ въ различное время солевары служили именитымъ гражданамъ города Halle, которымъ первоначально принадлежали варницы, затѣмъ владѣтельнымъ епископамъ города Магдебурга, далѣе курфюрстамъ и королямъ Браденбургско-Прусской династіи и въ настоящее время одной частной компаніи, которой принадлежатъ варницы. Уже давно построены большія варницы на одномъ изъ острововъ, образуемомъ рукавами Заалы, но и до сихъ поръ еще существуетъ одинъ изъ первыхъ по времени своего открытія источниковъ — источникъ Gutjahrsbrunne (буквально источникъ хорошаго года). Въ настоящее время разсолъ поднимается изъ него насосами на высоту 29 метровъ, причемъ получаютъ въ минуту около 1 гектолитра разсола, съ содержаніемъ въ 18% соли. Надъ однимъ изъ источниковъ, близъ церкви св. Маріи въ настоящее время выстроенъ жилой домъ и только надпись надъ дверью даетъ понять чужеземцу, что здѣсь добываются скрытыя въ нѣдрахъ сокровища.

Хотя солевары были и остаются наемными рабочими, но они всегда пользовались извѣстнымъ уваженіемъ со стороны окружающихъ, занимались

исключительно вываркою соли, имѣя для нагрузки соли и откатки ея особыхъ рабочихъ, называемыхъ соляными подмастерьями. До сихъ поръ солевары сохранили нѣкоторыя особенности въ одеждѣ и нравахъ и нѣкоторыя особыя права и привилегіи. По торжественнымъ днямъ, напримѣръ въ майскій праздникъ и въ день привѣтствія короля они носятъ особую одежду, состоящую изъ длинной жилетки, застегиваемой на глухо на серебряныя пуговицы, открытаго камзола съ мѣховой опушкой, черныхъ шелковыхъ брюкъ, длинныхъ чулокъ, туфель и своеобразной трехуголки съ большою кокардою, чернаго и бѣлаго цвѣта. При любви къ яркимъ цвѣтамъ камзолы обыкновенно бываютъ краснаго, фіолетоваго или синяго цвѣта, что еще болѣе оттѣняетъ своеобразность этого костюма. Дѣвушки и женщины одѣваются въ особые костюмы; невѣсты носятъ своеобразное украшеніе, состоящее изъ вѣнка, сплетеннаго изъ золоченыхъ стеблей растеній, украшенныхъ яркими лентами. Въ день майскаго праздника нѣтъ недостатка въ хорошемъ пивѣ. Владѣльцамъ варницъ и служащимъ пиво подносится въ большихъ кубкахъ и одинъ изъ нихъ открываетъ балъ, танцуя съ красивѣйшею изъ дочерей солеваровъ.

Особую гордость солеваровъ составляютъ ихъ отношенія къ царствующему дому Гогенцоллерновъ. Согласно съ установившимся издавна обычаемъ они чествуютъ торжественнымъ шествіемъ каждаго новаго государя этой династіи и получаютъ отъ него въ подарокъ лошадь съ королевской конюшни, на которой одинъ изъ старѣйшихъ солеваровъ торжественно провозится по всему городу. Кромѣ лошади они получаютъ въ подарокъ серебряный бокалъ и знамя, которые хранятся въ церкви св. Морица, гдѣ находится сокровищница солеваровъ. Изъ множества хранящихся тамъ бокаловъ нѣкоторые представляютъ большой интересъ по связаннымъ съ ними историческимъ воспоминаніямъ. Самыми старыми являются два бокала, подаренные солеварамъ въ *1681 году великимъ курфюрстомъ. Изъ другихъ* замѣчателенъ кубокъ, подаренный принцемъ Жеромомъ Наполеономъ, въ 1807 году въ бытность королемъ Вестфальскимъ и бокалъ, подаренный королемъ Фридрихомъ Вильгельмомъ III, послѣ возвращенія варницъ обратно къ Пруссіи въ 1815 году. Ставши императорами Германскими, Прусскіе короли сохранили древній обычай и императоръ Вильгельмъ II подарилъ корпораціи солеваровъ массивный и богато украшенный серебряный кубокъ и бѣлое шелковое знамя, на которомъ вышиты съ одной стороны императорскій орелъ, а съ другой вензель императора.

Хотя старыя привилегіи солеваровъ, каковы напр. право ловить рыбу въ рѣкѣ Заалѣ въ городскихъ предѣлахъ и право охоты въ окружающихъ лѣсахъ частью уже утратили свое значеніе, однако, и до сихъ поръ сохранились обычаи, напоминающіе объ этихъ привилегіяхъ. Такъ каждую осень солевары посылаютъ по корзинѣ жаворонковъ къ столу не только короля, а и всѣхъ принцевъ королевскаго дома. Но особенно цѣнятъ солевары право лично приносить поздравленія по поводу новаго года членамъ Прусскаго королевскаго дома. Для этой цѣли въ столицу посылаются три старѣйшихъ представителя братства солеваровъ, которые подносятъ въ качествѣ подарковъ *искусно сдѣланную пирамиду изъ соли*, украшенную такими же яицами. Во все время пребыванія въ столицѣ посланные считаются гостями Прусскаго короля и возвращаются назадъ, щедро одаренные подарками себѣ лично и всему братству солеваровъ.

Солевары принимаютъ сравнительно мало участія въ шумной общественной жизни города Галле и появляются на улицахъ города въ своей старинной одеждѣ лишь во время похоронныхъ процессій, гдѣ имъ уже съ начала 18-го столѣтія предоставлено право исключительнаго участія въ качествѣ носильщиковъ труна.

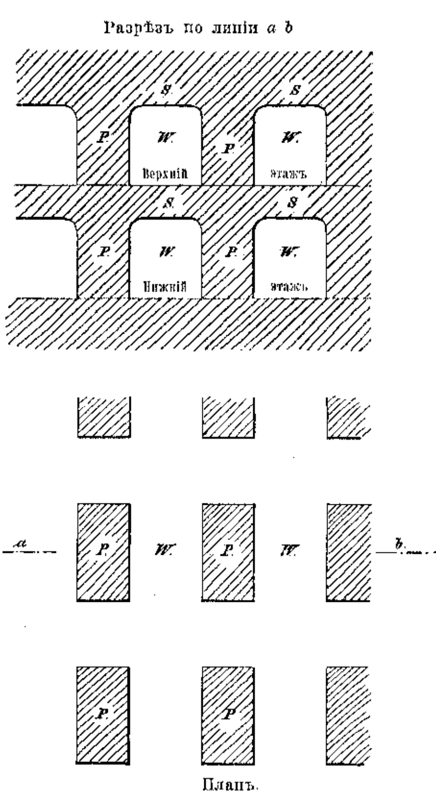
Уже съ глубокой древности солевары занимали почетное мѣсто среди

другихъ корпорацій стариннаго города Галле и намъ остается только пожелать, чтобы знамя со стариннымъ девизомъ солеваровъ:

Если у насъ есть вода и дрова,
То будетъ завтра золото и серебро.

еще долго развѣвалась надъ варницами на берегу Заале.

Добыча каменной соли. Значительныя имѣющіяся въ Германіи залежи каменной соли долгое время не разрабатывались вовсе и только вытекавшіе изъ нихъ разсолы поступали на варницы. Съ быстрымъ, во второй четверти текущаго столѣтія, развитіемъ буровой техники, были сдѣланы попытки получить болѣе крѣпкіе разсолы углубленіемъ буровыхъ скважинъ. Попытки эти увѣнчались полнымъ успѣхомъ и, что гораздо важнѣе, показали, что въ нѣдрахъ Германской территоріи содержатся почти неистощимыя богатства каменной соли. Такъ буровая скважина, заложенная въ 1840 году близъ Стассфурта, прошла около 325 метровъ по сплошному пласту соли и не достигла еще почвы пласта, причемъ уже этой скважиной было доказано присутствіе въ Стассфуртѣ значительныхъ запасовъ калійныхъ и магнезіальныхъ солей.



311. **Камерная выемка.**

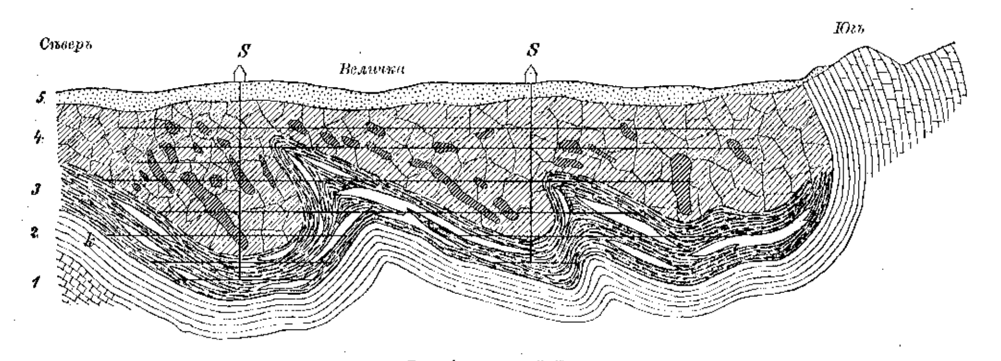
Однако, прошло цѣлое десятилѣтіе, прежде чѣмъ приступили къ добычѣ каменной соли и еще одно десятилѣтіе до открытія въ 1861 г. въ Стассфуртѣ перваго завода для переработки каліевыхъ солей. Начиная съ этого времени добыча соли въ Германіи быстро поднялась до цифры добычи въ настоящее время.

Проникновеніе воды изъ вышележащихъ пластовъ сильно затрудняютъ правильную добычу соли, такъ какъ требуетъ особаго крѣпленія шахтъ, которое даже при настоящихъ техническихъ средствахъ требуетъ значительныхъ денежныхъ тратъ. Обрушеніе кровли при разработкѣ и связанное съ нимъ нарушеніе цѣлости пластовъ глины, окружающихъ соль, также можетъ привести къ затопленію рудника и растворенію соли попавшей въ него водой. При разработкѣ стараются поэтому избѣжать обваловъ и обрушеній, для чего въ кровлѣ выработокъ оставляютъ значительныя толщи соли и самыя выработки закладываютъ пустой породой. Принятый при добычѣ соли способъ разработки камерами заключается въ слѣдующемъ: достигнувъ шахтою пласта соли, ведутъ изъ нея основные штреки, которые расширяются въ большія камеры, имѣющія потолокъ въ формѣ свода (W см. фиг. 311). Между камерами остаются столбы P соли, поддерживающіе кровлю, а въ потолкѣ оставляютъ невыпутою потолочную толщу соли, которая способна выстоять десятилѣтія, не обваливаясь. Камеры и столбы идутъ правильными рядами, что облегчаетъ вентиляцію выработокъ и откатку добытой соли къ шахтѣ. Послѣ выемки одного этажа вынимаютъ слѣдующій нижележащій этажъ, оставляя

между ними цѣлики соли въ нѣсколько метровъ толщиною. Камеры этого этажа расположены подъ камерами, а столбы подъ столбами вышележащаго этажа.

Если ведется добыча каліевыхъ солей, легко разрушающихся отъ давленія и обладающихъ большою гигроскопичностью, то, во избѣжаніе обваловъ, камеры закладываютъ пустой породой, или болѣе дешевой каменной солью, добываемой въ сосѣднихъ выработкахъ. Если эта предосторожность не будетъ соблюдена, то легко можетъ произойти обрушеніе кровли и связанное съ нимъ затопленіе рудника водою изъ вышележащихъ пластовъ. Исторія горнаго дѣла даетъ намъ много примѣровъ такого затопленія выработокъ на казенныхъ рудникахъ Фридрихсгалле въ королевствѣ Вюртенбергскомъ и на разработкахъ каліевыхъ солей близъ Вестерегельна и Ашерслебена въ Пруссіи.

Разработки каменной соли представляютъ собою грандіозное зрѣлище и потому часто посѣщаются туристами, опускающимися въ рудникъ, чтобы полюбоваться картиной громадныхъ галлерей, стѣны и потолокъ которыхъ отра-



312. **Разрѣзъ копей Велички.**

жаютъ пламя лампъ, служащихъ для освѣщенія выработокъ. Особенно часто посѣщаются старинныя разработки соли въ Величкѣ близъ Кракова — древней столицѣ царства Польскаго. За осмотръ выработокъ здѣсь взимается плата, идущая въ пользу мѣстныхъ благотворительныхъ учрежденій и управленіемъ копей приняты всѣ мѣры, чтобы сдѣлать посѣщеніе выработокъ возможно болѣе пріятнымъ и поучительнымъ для туристовъ.

Величка насчитываетъ въ настоящее время до 6000 жителей и обязана своимъ основаніемъ добычѣ соли, такъ какъ самое названіе ея происходитъ отъ словъ „Великая соль". Добыча соли ведется здѣсь очень давно и о ней упоминается еще въ „Соляной привилегіи" короля Казиміра I, изданной въ 1044 году. Послѣдующіе короли также цѣнили Величку, какъ одинъ изъ драгоцѣнныхъ перловъ Польской короны и жители этого мѣстечка пользовались особыми привилегіями и правами. Техника горнаго дѣла здѣсь развивалась съ годами и уже въ началѣ 15-го столѣтія здѣсь были построены ступенчатыя колеса для подъема соли въ клѣтяхъ, а въ 17-мъ столѣтіи, когда маркшейдерское искусство находилось еще въ младенческомъ состояніи, былъ изданъ первый планъ разработокъ Велички подъ оригинальнымъ названіемъ: „Filum Ariadnae in Labyrintho" (Нить Аріадны въ лабиринтѣ) — вполнѣ соотвѣтствующимъ принятому въ то время крайне запутанному и сложному распредѣленію подземныхъ выработокъ.

Соленосный ярусъ Велички относится къ новѣйшимъ отложеніямъ третичной системы, въ которыхъ залегаютъ и многія другія мѣсторожденія каменной соли Галиціи, Венгріи и Зибенбюргена. Почву соленосныхъ отло-

женій составляетъ пластъ песчаника, простирающійся на большое разстояніе по склону Карпатскаго хребта (см. фиг. 312). Соленосныя отложенія залегаютъ крайне неправильно; породы подвержены значительной складчатости, часто сопровождающейся разрывомъ породъ въ верхней части складокъ. На фиг. 312 показанъ разрѣзъ соленосной толщи Велички: подъ слоемъ глинъ и песчаниковъ (5), составляющихъ почву мѣстности, залегаетъ толща соленосной глины (4), среди которой находятся залежи нечистой соли, названной за свой цвѣтъ зеленою солью, причемъ залежи эти нерѣдко достигаютъ громадныхъ размѣровъ и въ нихъ именно и выкопаны камеры, своею величиною возбуждающія справедливое удивленіе посѣтителей. Подъ этимъ первымъ слоемъ соленосныхъ глинъ залегаетъ пластъ ангидрида вперемежку съ новыми пластами глины, послѣ чего идетъ пластъ мелкозернистой шписсовой соли бѣлаго цвѣта, до 20 и болѣе метровъ мощности. Далѣе слѣдуютъ новые пласты глины и ангидрида, подъ ними пластъ сѣрой шибиковой соли въ 2—5 метровъ мощности, отдѣленный пластомъ глины отъ пласта песчаника, составляющаго, какъ сказано выше, почву соленосныхъ отложеній. Залежи шибиковой и шписсовой соли оставлены на прилагаемомъ разрѣзѣ не заштрихованными среди окружающей ихъ толщи глинъ и ангидрида (3). Верхніе слои песчаника (2) изъѣдены трещинами и легко пропускаютъ воду, отличаясь въ этомъ отношеніи отъ плотныхъ нижележащихъ слоевъ (2) того же песчаника. Кромѣ указанныхъ трехъ сортовъ соли въ трещинахъ породъ встрѣчается, хотя и въ небольшомъ, сравнительно, количествѣ прозрачная соль, идущая на различныя подѣлки.

Изъ многочисленныхъ шахтъ, служившихъ въ разное время для добычи соли, только 8 дѣйствуютъ и теперь, всѣ же остальныя оставлены. Изъ дѣйствующихъ нынѣ шахтъ замѣчательны: Шахты Императора Іосифа и Императрицы Елизаветы, въ 300 метр. глубиною. Для подъема и спуска рабочихъ служитъ первая шахта, въ которой устроена удобная винтовая лѣстница для спуска до перваго этажа и шахта наслѣднаго принца Рудольфа, гдѣ подъемъ и спускъ рабочихъ производится въ особыхъ клѣтяхъ. По тѣмъ же шахтамъ спускаются въ разработки и поднимаются изъ нихъ посѣтители копей. Кромѣ названныхъ имѣется еще особая шахта для спуска лошадей въ рудникъ и нѣсколько небольшихъ шахтъ для вентиляціи. Разработки простираются на глубину до 300 метровъ и раздѣляются на 7 этажей: 1-й этажъ Боно на глубинѣ 58 метр., 2-й — Августа 84 метр., 3-й — Альбрехта 130 метр., 4-й — Риттингера 170 метр., 5-й — Императорскаго Австрійскаго дома 199 метр., 6-й нижній этажъ Австрійскаго дома 227 метр. и 7-й — Лайера 256 метр. Кромѣ того въ промежуткѣ между 2-мъ и 3-мъ этажами находится подъэтажъ Франца на глубинѣ 103 метровъ.

Добыча соли ведется клиньями или порохострѣльной работой, для чего употребляютъ обыкновенный черный порохъ. Добытая соль доставляется лошадьми къ шахтѣ, поднимается на поверхность и поступаетъ въ продажу или прямо въ видѣ кусковъ, или размолотой на мельницахъ. Въ разрабатываемыхъ съ давнихъ временъ верхнихъ этажахъ добывалась исключительно нечистая зеленая соль, между тѣмъ какъ въ настоящее время добывается, главнѣйше, шписсовая и шибиковая соль. Работы ведутся непосредственно подъ селеніемъ Величка и занимаютъ площадь въ 3600 метр. длины и 800 метр. ширины. Чтобы предохранить поверхность отъ осѣданія, при разработкѣ оставляютъ столбы соли значительной толщины, которые, какъ показалъ опытъ, могутъ сохраняться неопредѣленно долгое время и лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда столбовъ недостаточно, прибѣгаютъ къ устройству искусственной деревянной крѣпи, причемъ дерево прекрасно сохраняется въ насыщенной солью атмосферѣ выработокъ. О размѣрахъ развѣтвляющихся на подобіе лабиринта выработокъ даютъ представленіе слѣдующія цифры: въ настоящее

время общая длина выработокъ доходитъ до 105 километровъ, общая длина рельсовыхъ путей — до 35 километровъ и изъ всѣхъ выработокъ за послѣдніе 125 лѣтъ извлечено до 3 милліоновъ кубическихъ метровъ соли.

Мѣсторожденія соли окружены въ Величкѣ пластами глины и одною изъ основныхъ задачъ правильной разработки данной залежи является сохраненіе этой естественной оболочки, предупреждающей притокъ воды въ выработки. Эта задача не всегда выполнялась, вслѣдствіе малаго знакомства съ особенностями геологическаго строенія мѣстности и исторія горнаго дѣла въ Величкѣ дастъ намъ нѣсколько примѣровъ внезапнаго затопленія разработокъ водою, что служило часто причиной полной порчи данной залежи.



313. Капелла св. Антонія въ Величкѣ.

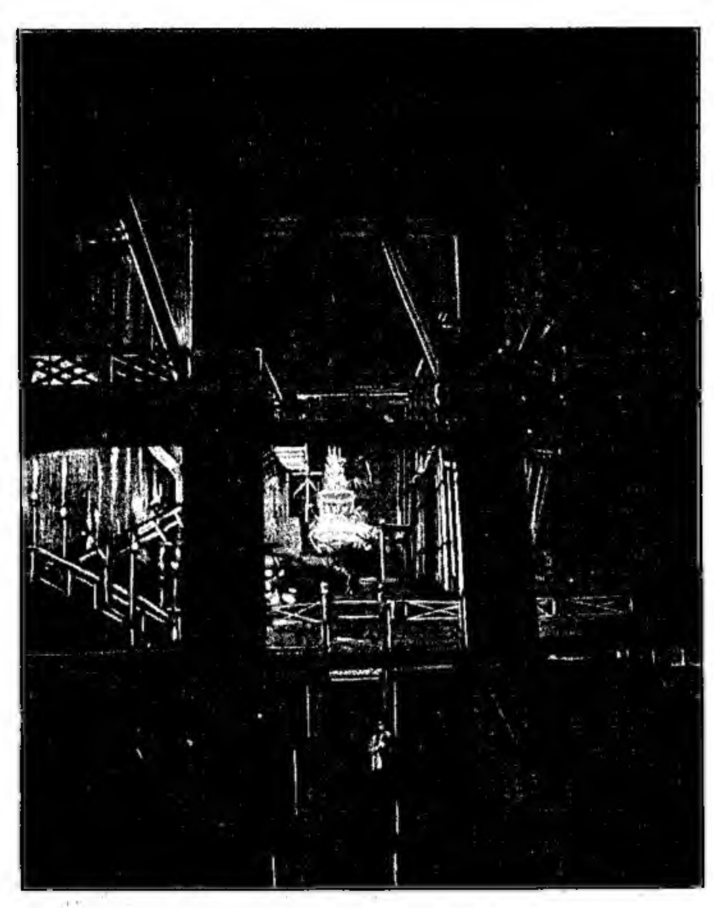
Такъ въ 1868 году, при проведеніи развѣдочнаго квершлага на горизонтѣ 5-го этажа, совершенно неожиданно для завѣдующихъ работами наткнулись на громадный источникъ воды въ трещиноватомъ песчаникѣ *k*. Вода въ громадномъ количествѣ хлынула въ рудникъ, работы пришлось остановить и появившейся водою были затоплены всѣ разработки ниже горизонта 5-го этажа. Къ счастію, трещина, по которой поступала вода, закупорилась сама собою массою содержавшихся въ водѣ глины и ила, доступъ воды прекратился и, поставивъ сильные насосы, удалось откачать воду изъ разработокъ, причемъ вода растворила массу оставшейся въ нихъ мелкой соли. Въ 1879 году вновь появилась вода изъ той же трещины, но, благодаря насосамъ, ее удалось откачать, хотя притокъ воды доходилъ, временами, до 4—6 куб. метр. въ минуту.

Трещина и на этотъ разъ закупорилась сама собою и въ настоящее время притокъ воды въ разработки очень не великъ, составляя всего 1,5 куб. метра въ часъ.

Чтобы дать понятіе о достопримѣчательностяхъ Велички, опишемъ про-

гулку по разработкамъ, согласно съ принятымъ здѣсь маршрутомъ. Программа такихъ экскурсій нѣсколько измѣняются въ зависимости отъ платы, причемъ различіе сказывается главнымъ образомъ въ освѣщеніи выработокъ, такъ какъ послѣднее стоитъ довольно дорого.

Путешественники, одѣтые въ особые костюмы изъ сѣраго полотна, спускаются въ разработки или въ клѣтяхъ по шахтѣ Рудольфа, или по лѣстницѣ въ шахтѣ Іосифа. Пройдя нѣсколько шаговъ по ярко освѣщенной галлереѣ, путники попадаютъ въ капеллу св. Антонія, сдѣланную въ одной изъ залежей зеленой соли и имѣющую $7^1/_2$ метр. длины, 6 метр. ширины и $5^1/_2$ метр. высоты. Всѣ находящіяся въ капеллѣ фитуры и украшенія высѣчены изъ соли. Сводчатый потолокъ поддерживается массивными колоннами изъ соли же. На задней стѣнѣ главнаго средняго алтаря высѣчено изображеніе Спасителя на крестѣ. У подножія креста св. Дѣва Марія передаетъ св. Антонію Христовыхъ дѣтей. На ступеняхъ алтаря находятся колѣнопреклоненныя фигуры монаховъ. Въ нишахъ по бокамъ алтаря находятся изображенія св. Климента и св. Станислава, а въ



314. Камера „Михаловицы" въ Величкѣ.

боковыхъ придѣлахъ распятіе съ фигурами св. Маріи Магдалины и св. Іоанна, и статуи святыхъ Казиміра и Франциска. Кромѣ того на одной изъ стѣнъ находится изображеніе польскаго короля Августа Сильнаго, въ царствованіе котораго была устроена капелла (въ 1698 г.), а съ потолка спускается паникадило съ фигурами апостоловъ Петра и Павла. Раньше въ капеллѣ каждое воскресенье происходила служба. Теперь служба происходитъ только въ особо торжественныхъ случаяхъ. Статуи и украшенія изъ соли правда сильно пострадали въ продолженіе двухъ вѣковъ, но все же капелла и до сихъ поръ производитъ сильное впечатлѣніе на посѣтителей.

Различныя группы посѣтителей собираются затѣмъ въ каморѣ Урсула, замѣчательной по массивной каменной крѣпи, предохраняющей потолокъ камеры отъ обвала, и начиная отсюда продолжаютъ осмотръ уже всѣ вмѣстѣ.

такъ какъ подлежащія осмотру выработки такъ обширны, что могутъ свободно вмѣстить до 200 человѣкъ сразу. По широкой и удобной лѣстницѣ, ступени которой частью высѣчены изъ соли, а частью сдѣланы изъ дерева, посѣтители, сопровождаемые проводниками и хоромъ музыкантовъ, спускаются въ одну изъ обширнѣйшихъ камеръ „Михаловицы“ (см. фиг. 314), образованной добычею соли за періодъ времени съ 1717—1761 гг. Камера имѣетъ 36 метр. высоты, 18 метр. ширины и около 28 метр. длины, что даетъ объемъ камеры въ 23 000 куб. метр. Съ потолка камеры спускается массивная люстра, снабженная различными украшеніями изъ кристаллической соли и содержащая до 200 свѣчей. Для достаточнаго освѣщенія этой громадной камеры по стѣнамъ устроена масса подсвѣчниковъ, а въ различныхъ мѣстахъ зажигаютъ бенгальскій огонь. Внушительные размѣры камеры выступаютъ еще яснѣе съ устройствомъ, въ 1871 году, массивной крѣпи для поддержки потолка. Въ сосѣдней камерѣ Императора Франца поставлены громадныя колонны изъ соли съ надписями въ память посѣщенія камеры Императоромъ Францемъ I и Императрицей Каролиной въ 1817 году. По помосту, устроенному по стѣнамъ одной изъ камеръ, на половинѣ высоты послѣдней и по ступенямъ ярко освѣщенныхъ лѣстницъ посѣтители спускаются въ камеру Дроздовицы (см. фиг. 315). При высотѣ около 28 метр. камера эта стоитъ безъ всякой крѣпи и на стѣнахъ ея мѣстами сохранились слѣды добычи соли. Камера образовалась при добычѣ соли за періодъ времени съ 1840—1850 гг. и названа такъ въ честь тогдашняго бургграфа Кракова, Александра Дроздовицъ-Дроздовскаго. Далѣе посѣтители по галлереѣ, украшенной картинами изъ жизни рудокоповъ и многими статуями, среди которыхъ особенно замѣчательна статуя архангела Гавріила, проходятъ къ вокзалу Графъ Голуховскій, представляющемъ собою камеру въ 51 метръ длины, 20 метр. ширины и 16 метровъ высоты. Камера (фиг. 316) расположена близъ главной шахты, по которой производится подъемъ соли, и служила ранѣе конечнымъ пунктомъ для подземной доставки соли. Въ настоящее время камера превращена въ ярко освѣщенный залъ для отдыха туристовъ. Въ камерѣ находится буфетъ съ большимъ выборомъ кушаній и прохладительныхъ напитковъ и имѣется до 400 мѣстъ для посѣтителей. Желающіе продолжать осмотръ подкрѣпляются здѣсь, не желающіе — могутъ подняться по шахтѣ на поверхность.

На дальнѣйшемъ пути особое вниманіе посѣтителей привлекаетъ осмотръ камеры: „Штейнгаузеръ“. Здѣсь подъ романтическимъ названіемъ: „спускъ въ пещеры“ посѣтителямъ показывается оставленный нынѣ способъ подъема и спускъ рабочихъ по шахтамъ. На концѣ каната сдѣлано 6 петель; въ нихъ садятся рабочіе со свѣчами или факелами въ рукахъ. Подъ звуки горной пѣсни, мощно раздающейся въ громадной камерѣ, рабочіе поднимаются наверхъ; огни факеловъ становятся все меньше и меньше, пока не исчезнутъ окончательно въ шахтѣ въ потолкѣ камеры. На нѣсколько минутъ водворяется полная тишина и мракъ, какъ вдругъ раздается трескъ ракетъ, потѣшныхъ огней, саксонскихъ солнцъ. Тысячи огненныхъ шариковъ вылетаютъ изъ ракетъ; снопъ искръ вырывается изъ огненныхъ колесъ, а бенгальскіе огни освѣщаютъ своимъ блескомъ самые отдаленные уголки камеры. Все это отражается отъ блестящихъ стѣнъ камеры и представляетъ поистинѣ грандіозное зрѣлище.

По многимъ лѣстницамъ и камерамъ посѣтители доходятъ до подземнаго озера находящагося въ камерахъ кронпринца Рудольфа и принцессы Стефаніи. Камеры раздѣлены столбомъ соли въ 10 метровъ толщиной, въ которомъ сдѣланъ тоннель для сообщенія камеръ между собою. Посѣтители садятся въ лодки и на нихъ переѣзжаютъ изъ одной камеры въ другую. Въ тоннелѣ поставлена статуя св. Непомука, а по берегамъ озера посажены сосны, иглы которыхъ, покрытые, снѣжно бѣлыми кристаллами соли, отражаютъ пламя

815. Камера „Дроздовицы“ въ Величкѣ.

816. Камера „Вокзалъ графа Голуховскаго“ въ Величкѣ.

многочисленныхъ свѣчей и факеловъ, которыми освѣщена камера и сами отражаются въ водѣ озера. Звуки музыки, ослѣпительный блескъ огней, чудная панорама озера и его береговъ — все это заставляетъ думать, что мы находимся въ какомъ то сказочномъ царствѣ фей.

Конечнымъ пунктомъ этого подземнаго путешествія служитъ камера Летовъ, превращенная въ огромную и богато украшенную танцовальную залу. Камера освѣщается 6 большими канделябрами. При входѣ стоятъ статуи Нептуна и Вулкана — двухъ повелителей подземнаго царства. На противоположной стѣнѣ виситъ огромная картина, представляющая Австрію съ надписью вокругъ: „Знаніе и трудъ даютъ богатство и могущество". На срединѣ высоты по стѣнамъ камеры сдѣлана галлерея для музыкантовъ и зрителей во время торжествъ.

Изъ камеры Летовъ посѣтители направляются къ шахтамъ, по которымъ они поднимаются на поверхность. Радостно привѣтствуя яркій солнечный свѣтъ, посѣтитель вспоминаетъ съ удовольствіемъ только что осмотрѣнную имъ сказочную картину подземнаго міра. Окрестности Велички представляютъ мало интереснаго для осмотра, почему путники спѣшатъ покинуть этотъ городъ и отправляются съ ближайшимъ поѣздомъ въ Краковъ.

Наряду съ добычею каменной соли, которая бываетъ обыкновенно загрязнена примѣсью ангидрида, гипса, полигалита и другихъ минераловъ и примѣняется почти исключительно для потребностей техники, ведется разработка соленосныхъ глинъ, для чего послѣднія выщелачиваются водою, пускаемой въ особыя выработки, называемыя зинкверками.

Этотъ способъ разработки ведется въ извѣстныхъ своею живописностью сѣверныхъ отрогахъ Альпъ близъ городовъ Аусзее, Гальштадтъ и Ишль въ австрійскомъ Галлейнѣ, въ Зальцбургскомъ Зальцкаммергютте, Берхтесгаденъ — въ Баваріи и Галле въ Тиролѣ. Мѣсторожденія соли и способъ ихъ разработки во всѣхъ указанныхъ мѣстахъ чрезвычайно походятъ другъ на друга, почему мы здѣсь опишемъ болѣе подробно только разработку зинкверковъ близъ Берхтесгадена, такъ какъ эти разработки расположены въ красивой долинѣ Королевскаго озера, ежегодно посѣщаемой тысячами туристовъ, многіе изъ которыхъ посѣщаютъ и разработки зинкверковъ.

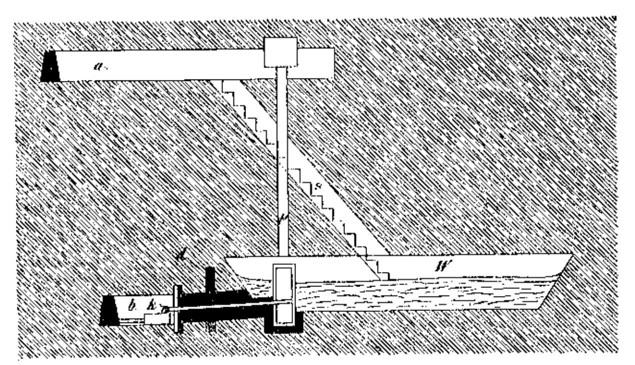
Описаніе разработокъ напомнитъ туристамъ все видѣнное ими, а равно и освѣтитъ такія детали, которыя могли быть опущены при бѣгломъ осмотрѣ.

Соленосныя залежи имѣютъ здѣсь крайне неправильную форму и уже послѣ своего образованія подверглись сильному измѣненію, связанному съ образованіемъ Альпъ. Здѣсь нѣтъ, какъ это наблюдается въ Стассфуртѣ, правильнаго пласта соли, залегающаго почти горизонтально и прикрытаго толщею ангидрида, гипса и глинъ. Пласты глины, соли, гипса, ангидрида и другихъ минераловъ здѣсь разнообразно изогнуты, раздавлены и перемѣшаны другъ съ другомъ до такой степени, что уже нѣтъ возможности различать отдѣльные слои. Указанная перебитость пластовъ, тѣсное смѣшеніе ихъ другъ съ другомъ и присутствіе трещинъ, образующихъ отдѣльности въ породѣ дали поводъ г. Айгнеру характеризовать эти отложенія, какъ брекчіи исполинскихъ размѣровъ. Порода мѣсторожденій представляетъ собою соль въ тѣсной смѣси съ глиной, полигалитомъ, ангидридомъ и муріацитомъ — минераломъ, сходнымъ съ ангидридомъ по химическому составу. Добыча чистой соли помощью порохострѣльной работы представляется здѣсь невозможной, такъ какъ въ 100 куб. метрахъ породы содержится только 60 метровъ соли и около 40 куб. метровъ примѣсей. Для добычи соли примѣняется здѣсь поэтому своеобразный способъ разработки зинкверками, состоящій въ выщелачиваніи соли водою и послѣдующемъ выпариваніи полученнаго такимъ образомъ искусственнаго разсола.

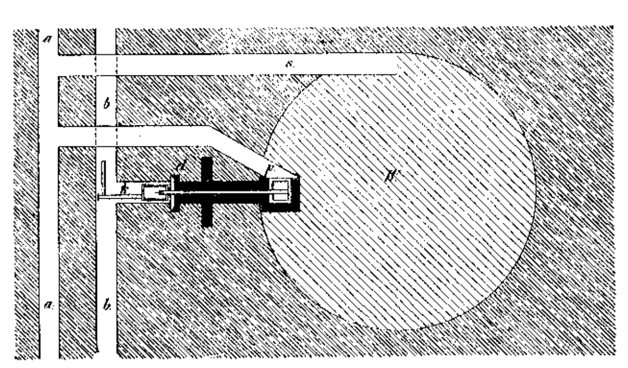
Выщелачиваніе ведется съ большою осторожностью, чтобы достигнуть

возможно полнаго извлеченія соли изъ породы и въ то же время не испортить сосѣднихъ разработокъ.

На фиг. 317 и 318 представленъ видъ зинкверка въ профилѣ и планѣ. Отъ склона горы ведутъ двѣ штольни *a* и *b*, изъ которыхъ верхняя *a* служитъ для доставки прѣсной воды въ зинкверкъ, а нижняя для отвода разсола изъ зинкверка. Отъ штольни *b* ведутъ квершлагъ *k*, расширяющійся въ круглую камеру *W* отъ 20 до 50 метр. діаметромъ и до 2 метровъ высотою, камера эта и называется собственно зинкверкомъ. Для сообщенія верхней штольни съ зинкверкомъ изъ штольни ведутъ штреки *a* и изъ нихъ гезенкъ *s* и отвѣсную шахточку *p*. Отвѣсная шахта служитъ для доступа къ работамъ и къ приспособленіямъ для выпуска разсола, а наклонный гезенкъ *s* — для спуска рабочихъ въ зинкверкъ, для трубъ, приводящихъ свѣжую воду и для наблюденія за выщелачиваніемъ соли изъ породы.



Планъ.



Разрѣзъ.

317 и 318. **Разработка соленосныхъ глинъ зинкверками въ Сѣв. Альпахъ.**

Когда камера *W* будетъ вынута, въ квершлагѣ *k* устраиваютъ перемычку *d* изъ выщелоченной глины (называемой здѣсь лейстомъ) и въ плотинѣ закладываютъ трубы для отвода разсола. Съ окончаніемъ работъ по устройству плотины прокладываютъ трубы и приступаютъ къ выщелачиванію соли. Съ этою цѣлью зинкверкъ наполняютъ водою, которая растворяетъ соль вмѣстѣ съ полигалитомъ и нѣкоторыми другими минералами, тогда какъ не растворившаяся глина садится на дно. Разсолъ оставляютъ въ зинкверкѣ до тѣхъ поръ, пока содержаніе соли въ немъ, измѣренное въ камерѣ *p*, устроенной въ плотинѣ, не достигнетъ 28%. Содержаніе соли не доводятъ до 32% — предѣльнаго содержанія въ насыщенномъ солью растворѣ, такъ какъ растворение послѣднихъ порцій идетъ крайне медленно и въ растворъ переходитъ много постороннихъ примѣсей. Когда разсолъ достигнетъ указанной крѣпости, его выпускаютъ изъ зинкверка и по трубамъ, проложеннымъ по нижней штольнѣ, отводятъ къ варницамъ. Зинкверкъ наполняютъ новымъ количествомъ воды изъ водопровода, проложеннаго по верхней штольнѣ, и повторяютъ описанную операцію нѣсколько разъ. Вода выщелачиваетъ соль съ боковъ и кровли выработки; камера вслѣдствіе этого расширяется и теряетъ правильное очертаніе, такъ какъ среди боковой породы имѣются части съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ растворимыхъ веществъ. Вслѣдствіе расширенія камеры потолокъ начинаетъ обрушаться и разработку зинкверка прекра-

щають, когда обрушеніе будетъ грозить работамъ сосѣднихъ зинкворковъ того же этажа или этажей вышележащихъ.

Изъ сдѣланнаго описанія способа разработки зинкверковъ понятно назначеніе подземныхъ озеръ, привлекающихъ главное вниманіе туристовъ во время экскурсіи по разработкамъ. Начальнымъ пунктомъ экскурсіи служитъ обыкновенно мѣстечко Борхтесгаденъ. Дорога изъ Борхтесгадена въ горы начинается отъ замка, спускается внизъ по склону горы, пересѣкаетъ ручей Ахе и идетъ въ горы по аллеѣ, засаженной деревьями. На правомъ берегу ручья расположены дома служащихъ и конторы компаніи, владѣющей разработками зинкверковъ. Мы платимъ за экскурсію и переодѣваемся въ костюмы, состоящіе у мужчинъ и дамъ изъ шляпы съ широкими полями, кителя, кожи и



819. Прогулка по зинкверкамъ. Вагонъ для посѣтителей.

широкихъ парусиновыхъ панталонъ. Громкій смѣхъ дамъ показалъ, что имъ нравится этотъ маскарадъ и послѣ представленія другъ другу мы пускаемся въ путь. Когда собралось достаточное число посѣтителей, къ нимъ присоединяется проводникъ и вся компанія двигается по штольнѣ Фердинанда. Глазъ постепенно привыкаетъ къ темнотѣ и начинаетъ уже различать на стѣнахъ штольни блестящіе кристаллы соли, сѣроватую массу глины и красноватые кристаллы полигалита. Далѣе мы сворачиваемъ въ одинъ изъ боковыхъ штрековъ, поднимаемся по удобной широкой лѣстницѣ наверхъ и попадаемъ въ верхніе штреки, крѣпленные деревомъ. Отсюда мы подходимъ къ спуску въ зинкверкъ. Одинъ изъ проводниковъ садится верхомъ на гладкое бревно, по которому производится спускъ, берется руками, на которыя надѣты кожаныя рукавицы, за веревку, протянутую сбоку, вся компанія размѣщается одинъ позади другого и съ быстротою вѣтра мы катимся внизъ; черезъ нѣсколько мгновеній мы останавливаемся, что сопровождается сильнымъ толчкомъ. Мы сходимъ съ бревна и, пройдя нѣсколько шаговъ, доходимъ до озера, освѣщеннаго сотнями небольшихъ лампочекъ. Для лицъ, не желающихъ прокатиться на лодкѣ, вокругъ озера устроена галлерея и съ

нея можно наблюдать поверхность воды, въ которой отражаются огни лампъ, кристаллы соли въ кровлѣ и бокахъ зинкверка, что представляетъ грандіозное зрѣлище для лицъ, впервые его видящихъ.

Мы довѣряемся лодкѣ и горный Харонъ, сдѣлавъ нѣсколько туровъ по озеру, перевозитъ насъ на другой берегъ, выгодно отличающійся отъ миѳологическаго Стикса въ томъ отношеніи, что возвращеніе отсюда на свѣтъ Божій доступно каждому. Еще нѣсколько ступеней наверхъ и мы попадаемъ въ соборъ — обширную камеру, гдѣ въ прежнее время велась въ большихъ размѣрахъ добыча чистой каменной соли порохострѣльной работой. Мы



320. **Стѣнная доска въ соляной копи близъ Берхтесгадена.**

можемъ и теперь видѣть производство работы, такъ какъ рабочіе заняты буреніемъ шпуровъ, которые въ послѣдствіи будутъ заряжены и взорваны. Штрекъ, по которому мы шли, ведетъ въ галлерею, расположенную примѣрно на половинѣ высоты камеры. Отсюда на полъ камеры спускаются снова по бревну и отсюда идутъ въ капеллу, гдѣ путешественниковъ встрѣчаетъ традиціонное „Glückauf" со стороны находящихся здѣсь рабочихъ. Пламя свѣчей, прикрытое колпаками изъ красной и желтой соли, освѣщаетъ капеллу и отражается въ стѣнахъ и алтарѣ, сдѣланныхъ изъ соли. Въ срединѣ капеллы журчитъ источникъ разсола и желающіе пьютъ воду источника, для чего здѣсь приготовлены стаканы. Посѣщеніемъ капеллы заканчивается наша экскурсія; мы попадаемъ по штреку снова въ штольню Фердинанда, гдѣ насъ уже ожидаютъ особые вагоны (см. фиг. 319). Проводникъ, сидящій впереди управляетъ тормазомъ и мы быстро несемся по нѣсколько наклонной почвѣ штольни. Вотъ на изгибѣ показалось пятно свѣта, пятно растетъ все больше

и больше и черезъ нѣсколько мгновеній мы выѣзжаемъ снова на поверхность, почти ослѣпленные солнечнымъ свѣтомъ. Мы снимаемся у фотографа и возвращаемся въ мѣстечко Берхтесгаденъ, полные воспоминаній о видѣнныхъ нами чудесахъ подземнаго міра.

Полученный изъ зинкверковъ разсолъ частью поступаетъ на варницу, расположенную тутъ-же близъ желѣзнодорожнаго вокзала, частью же по трубамъ, достигающимъ въ общемъ 142 километр. длины, проводится въ варницы, расположенныя близъ Рейхенгалля Траунштейна и Розенгейма.

Ниже мы изложимъ вкратцѣ исторію горнаго дѣла въ округѣ. Остатковъ доисторическаго періода или періода римскаго владычества, подобныхъ тѣмъ, которые имѣются въ Hallstatt'ѣ, мы здѣсь не находимъ. Первыя лѣтописныя свѣдѣнія о разработкѣ соли въ Берхтесгаденѣ относятся къ 1150 году. Разработки принадлежали въ то время братству канониковъ и оставались въ собственности духовенства до 1795 года, когда онѣ были присоединены къ баварской коронѣ. Начиная съ 1560 года округъ, въ которомъ находятся разработки, составлялъ самостоятельныя благочинія. Съ 1803 по 1805 г. округъ былъ собственностью герцога Тосканскаго, съ 1805 по 1809 г. находился во владѣніи австрійскаго императора и начиная съ этого года снова перешелъ къ Баваріи.



321. Доска въ память посѣщенія копи Берхтесгаденъ принцессою Маргаритою Баварскою.

Въ разработкахъ находится много мраморныхъ досокъ съ надписями или рисунками въ память различныхъ событій изъ исторіи горнаго дѣла, что уже одно показываетъ, какъ высоко цѣнились разработки духовными и свѣтскими владѣтелями страны, которой принадлежалъ данный округъ. Самая старая изъ такихъ досокъ относится къ 1514 году и на ней изображено распятіе съ двумя молящимися фигурами у подножія креста. Слѣдующая по времени своей постановки доска относится къ 1559 году. Она изображена на прилагаемой фиг. 320 и представляетъ изображеніе Божіей Матери съ св. Младенцемъ на рукахъ. По бокамъ выгравированы гербы и подписи благочиннаго Вольфганга Грисштёттора и завѣдующаго разработками бергмейстера Метценлейтнера. Начиная съ этого времени попадается масса таблицъ съ изображеніями духовныхъ и свѣтскихъ владѣльцевъ страны и женъ послѣднихъ. На фиг. 321 представлена доска, поставленная въ честь принцессы Маргариты Баварской въ 1853 году.

Потребленіе соли чрезвычайно разнообразно. Какъ приправа къ кушаньямъ въ Германіи употребляется почти исключительно вываренная соль, отличающаяся чистотою и легкой растворимостью въ водѣ. Большое коли-

чество соли косвеннымъ образомъ употребляется въ пищу человѣка, такъ какъ ею солятъ рыбу и мясо, чтобы дольше сохранить эти продукты въ свѣжемъ видѣ. Примѣсью соли къ снѣгу и льду съ прибавленіемъ нѣкоторыхъ другихъ солей можно получить температуру въ — 40° Ц. Масса поваренной соли идетъ на приготовленіе соды, глауберовой соли, буры и другихъ важныхъ въ техническомъ отношеніи соединеній натрія. Содержащійся въ поваренной соли хлоръ часто съ выгодою примѣняется для техническихъ цѣлей, для полученія соляной кислоты, для отбѣливанія тканей, для приготовленія дезинфекціонныхъ средствъ и т. п. Хлорирующій обжигъ золотыхъ и серебряныхъ рудъ, пользующійся большимъ распространеніемъ въ современной металлургіи, производится также помощью поваренной соли.

Не касаясь здѣсь другихъ весьма важныхъ случаевъ примѣненія соли въ техникѣ, простое перечисленіе которыхъ заняло бы слишкомъ много мѣста, мы ограничимся только тѣмъ, что приведемъ здѣсь цифры ежегодной добычи соли въ различныхъ государствахъ. Громадность этихъ цифръ ясно показываетъ, какую громадную роль играетъ соль въ жизни современнаго человѣка.

Добыча соли въ 1895 году.

	метрическія тонны
Алжиръ	19 000
Канада	47 500
Германія	1 212 300
Франція	1 000 000
Греція	22 000
Великобританія	2 218 000
Италія	29 300
Къ переносу	4 548 100
Переносъ	4 548 100
Австрія	279 000
Остъ-Индія	1 000 000
Россія	1 520 000
Испанія	326 000
Венгрія	169 400
Сѣверо-Американск. Штаты	1 813 000
Всего	9 655 500

на сумму около 158 милліоновъ марокъ.

Для приготовленія квасцовъ и особенно каліевыхъ (двойной соли калія и аллюминія отъ сѣрной кислоты) въ прежнее время примѣнялся исключительно квасцовый камень, сходный съ ними по химическому составу. Квасцовый камень обязанъ своимъ происхожденіемъ дѣйствію паровъ воды, насыщенныхъ сѣрной кислотой на полевошпатовыя породы и содержится въ трещинахъ близъ дѣйствующихъ или потухшихъ вулкановъ. Изъ мѣсторожденій этого минерала пользуются особой извѣстностью мѣсторожденія въ мѣстечкѣ Тольфа у подошвы вулкана Чивита Векіа въ южной Америкѣ. Квасцовый сланецъ и квасцовая земля представляютъ собою богатые включеніями сѣрнаго колчедана сланцы и глины, пользующіеся значительнымъ распространеніемъ среди буроугольныхъ отложеній сѣверной Богеміи и провинцій Саксоніи. Оба приведенные минерала примѣняются для полученія квасцовъ. Квасцы приготовляются также изъ керамогалита — минерала, характеризующагося шелковистымъ блескомъ и представляющаго по составу водную сѣрнокислую соль алюминія. Въ небольшихъ количествахъ данный минералъ пользуется повсемѣстнымъ распространеніемъ, значительныя же залежи его рѣдки и изъ нихъ особенно извѣстны залежи въ провинціи Аделаида въ Австраліи. Къ числу минераловъ, изъ которыхъ приготовляются квасцы, относятся также магнезіальные квасцы (пиккерингитъ) — минералъ, пользующійся значительнымъ распространеніемъ въ бездождныхъ областяхъ Южной Америки и содержащійся въ растворенномъ видѣ въ водѣ имѣющихся тамъ соляныхъ озеръ.

Способъ приготовленія квасцовъ изъ всѣхъ перечисленныхъ минераловъ остается по существу одинаковымъ и заключается въ выщелачиваніи ихъ водою, для чего нѣкоторые изъ приведенныхъ минераловъ подвергаются предварительному обжигу, въ дальнѣйшей обработкѣ разсола щелокомъ и въ

выпаривании квасцовъ. Полученные кристаллы квасцовъ очищаются повторной кристаллизацiей и поступаютъ въ продажу или въ видѣ кристалловъ, или въ видѣ тонкаго бѣлаго порошка.

За послѣднее время получаетъ все большее и большее развитiе способъ приготовленiя квасцовъ изъ боксита и гренландскаго крiолита, и добыча всѣхъ перечисленныхъ минераловъ — сильно падаетъ.

Какъ прилогъ сѣрнокислыхъ солей упомянемъ еще о различныхъ купоросахъ, часто встрѣчающихся въ рудникахъ, гдѣ добываются сѣрный и мѣдный колчеданы и цинковая обманка. Кислыя рудничныя воды, просачивающiяся черезъ закладку старыхъ работъ, насыщаются растворомъ названныхъ сѣрнокислыхъ солей и испаряясь осаждаютъ кристаллы соотвѣтствующихъ минераловъ въ наименѣе доступныхъ частяхъ рудничной крѣпи. Особенно красивыми являются зеленые и синiе кристаллы желѣзнаго и мѣднаго купоросовъ. Къ числу рѣдкихъ исключенiй можно отнести естественные кристаллы кокимбита и копiапита, встрѣчающiяся близъ городовъ того же имени въ селитренныхъ округахъ Южной Америки и представляющiе по составу сѣрнокислыя соединенiя желѣза.

Весьма важною отраслью химической промышленности является въ настоящее время приготовленiе соды (кислой, углекислой соли натрiя) изъ поваренной соли. Существуетъ два главныхъ способа полученiя соды изъ поваренной соли: способъ Леблана и такъ называемый аммiачный способъ приготовленiя соды. Первый изъ нихъ заключается въ обработкѣ соли кислотою и послѣдующемъ прокаливанiи полученной сѣрнокислой соли натрiя съ мѣломъ для перевода этой соли въ углекислую. Аммiачный способъ заключается въ непосредственномъ полученiи соды изъ поваренной соли дѣйствiемъ на эту послѣднюю углекислаго амонiя. Полученная обоими способами сырая сода очищается и поступаетъ въ продажу на стеклянные и мыловаренные заводы.

Несравненно меньшiя количества поступающей въ технику соды приготовляются изъ естественныхъ углекислыхъ и сѣрнокислыхъ солей натрiя. Изъ минераловъ, имѣющихъ такой составъ, заслуживаютъ упоминанiя естественная сода, имѣющая одинаковый составъ съ содою, получаемою искусственно, трона, содержащая нѣсколько больше натрiя, натрокальцитъ, представляющiй двойную кислую соль кальцiя и натрiя отъ угольной кислоты и глауберова соль, представляющая сѣрнокислую соль натрiя.

Первые три минерала встрѣчаются вмѣстѣ по берегамъ и на днѣ нѣкоторыхъ озеръ въ Египтѣ, Новой Гренадѣ, Калифорнiи и Невадѣ. Изъ различныхъ озеръ наиболѣе важнымъ для добычи соды является озеро Овенъ въ шт. Калифорнiя. Изъ этого озера добывается ежегодно до 200000 тоннъ соды и общiй запасъ отложенiй этого минерала на днѣ озера доходитъ до 40—50 миллiоновъ тоннъ.

Мирабилитъ, представляющiй по составу водную сѣрнокислую соль натрiя, встрѣчается въ небольшомъ количествѣ въ залежахъ соли въ Тиролѣ и содержится въ водѣ многихъ естественныхъ соляныхъ источникахъ. Залежи мирабилита вмѣстѣ съ другими солями извѣстны также въ долинѣ Эбро, но наибольшимъ распространенiемъ залежи этого минерала пользуются въ Закавказьѣ близъ городовъ Тифлиса и Баку. Залежи мирабилита въ Закавказьѣ представляютъ еще тотъ интересъ, что въ заливѣ Кара Бугазъ мирабилитъ отлагается и въ настоящее время, что даетъ объясненiе способа образованiя закавказскихъ залежей этого минерала. Заливъ Кара Бугазъ представляетъ собою огромный бассейнъ площадью около 17000 кв. километровъ, небольшой глубины (не свыше 15 метр.), отдѣленный отъ Каспiйскаго моря невысокой песчаной косой. Вода, попадая по узкому проходу изъ моря въ заливъ, подвергается здѣсь быстрому испаренiю, отчего содержа-

ніе соли въ ней значительно концентрируется. При опредѣленной концентраціи раствора происходитъ реакція обмѣннаго разложенія между содержащимися въ водѣ поваренной солью и сѣрнокислой магнезіей и выдѣляющійся мирабилитъ садится на дно залива, покрывая его слоемъ до 0,3 метр. мощности. Кромѣ приготовленія соды мирабилитъ находитъ себѣ примѣненіе въ медицинѣ.

Близъ гор. Аранжуеца въ Испаніи находится мощная (до 10—12 метр. толщины) залежь глауберита, представляющаго по составу двойную соль натрія и кальція отъ сѣрной кислоты. Ежегодно здѣсь добывается до 10000 т. глауберита, идущаго на приготовленіе соды.

Сырымъ матеріаломъ для полученія селитры служатъ, встрѣчающіяся въ естественномъ видѣ калійная и натронная (чилійская) и, что рѣже, известковая селитры. Селитра образуется хотя и въ небольшомъ количествѣ вездѣ, гдѣ гніющіе остатки растеній и животныхъ и выдѣленій послѣднихъ входятъ въ соприкосновеніе съ легко разлагающимися породами. Такъ образуются выцвѣты селитры на стѣнахъ конюшенъ, въ пещерахъ, гдѣ находятся значительныя скопленія экскрементовъ различныхъ животныхъ, напримѣръ летучихъ мышей. Почва такихъ пещеръ содержитъ нерѣдко столь значительное количество селитры, что можетъ служить, какъ это, напримѣръ, имѣетъ мѣсто въ штатѣ Кентуки въ сѣверной Америкѣ, въ Испаніи, Венгріи на островѣ Цейлонѣ, предметомъ добычи. Указанный способъ образованія естественныхъ залежей селитры послужилъ даже прототипомъ для искуственнаго приготовленія этой соли, для чего въ подходящія помѣщенія складываютъ матеріалъ, служащій для образованія селитры, время отъ времени перемѣшиваютъ его и по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ выщелачиваютъ селитру водою и очищаютъ, какъ и естественную селитру, повторной кристаллизаціей изъ водныхъ растворовъ.

Значительно большія количества селитры и, особенно, натровой добываются въ бездождныхъ областяхъ южно-американскихъ Кордильеровъ въ провинціяхъ Тарапака, Антофагаста и Атакама. Селитра, добываемая, здѣсь развозится по всему свѣту и продается подъ именемъ чилійской селитры. Селитра залегаетъ здѣсь въ видѣ слоя до 0,2—2,2 метр. мощности на небольшой глубинѣ подъ поверхностью земли. Селитренная земля содержитъ отъ 20 до 40% селитры и много примѣсей другихъ солей. Выщелачиваніемъ этой земли и кристаллизаціей изъ раствора получаютъ сырую селитру, извѣстную здѣсь подъ названіемъ *калихи*. Первыя *залежи были открыты* въ 1821 году; собственно добыча началась въ 1830 году, и залежи селитры были прослѣжены на разстояніи около 150 географическихъ миль въ направленіи съ сѣвера на югъ. Залежи, заслуживающія разработки, сосредоточены въ немногихъ, сравнительно, мѣстахъ и простираются въ длину на нѣсколько километровъ. Наибольшей извѣстностью пользуются залежи по берегамъ рѣки Ріо-Лоа, составлявшей ранѣе границу между Перу и Боливіей, близъ Караколлы и въ окрестностяхъ Тальталя. Очищеніе сырой селитры перекристаллизаціей является здѣсь крайне затруднительнымъ по недостатку воды. Тѣмъ не менѣе добыча селитры ежегодно растетъ, особенно съ тѣхъ поръ, какъ начавшаяся въ обширныхъ размѣрахъ добыча каліевыхъ солей въ Германіи сдѣлала возможнымъ полученіе каліевой селитры и натровой. Въ 1890 году было добыто до 800000 т., въ 1895 — 1300000 тон. селитры. Всего здѣсь насчитывается до 74 селитренныхъ заводовъ, задалживающихъ до 22500 рабочихъ.

Калійная селитра идетъ на приготовленіе пороха; приготовляемая изъ нея амміачная селитра представляетъ хорошее удобрительное средство. Наконецъ изъ селитры готовится азотная кислота, находящая себѣ обширное примѣненіе въ различныхъ отрасляхъ химической промышленности.

Бура и борная кислота. Къ числу солей въ техническомъ смыслѣ этого слова, т. е. къ числу естественныхъ минераловъ, растворимыхъ въ водѣ, относятся бура и борная кислота, получившія за послѣднее время большое примѣненіе въ техникѣ. Борная кислота примѣняется для насыщенія свѣтильни и угля для электрическаго свѣта, такъ какъ она хорошо растворяетъ содержащуюся въ свѣтильнѣ и угляхъ золу. Далѣе борная кислота примѣняется въ медицинѣ, какъ антисептическое средство, въ консервномъ дѣлѣ; главная же масса добываемой борной кислоты идетъ на приготовленіе буры. Бура обладаетъ способностью растворять окиси металловъ, на чемъ и основано ея примѣненіе какъ флюса и какъ рафинирующаго средства въ паяльномъ дѣлѣ. Окиси многихъ металловъ даютъ съ бурою корольки характернаго цвѣта, на чемъ основано примѣненіе буры при сухомъ испытаніи минераловъ помощью паяльной трубки. Кобальтъ и мѣдь даютъ корольки краснаго синяго цвѣта, причемъ королекъ мѣди въ возстановительномъ пламени дѣлается зеленымъ. Окись никкеля окрашиваетъ королекъ въ различные оттѣнки розоваго цвѣта, марганецъ даетъ корольки фіолетоваго, окись желѣза — бураго, закись — бутылочно-зеленаго, окись хрома — смарагдово-зеленаго цвѣтовъ. Способность буры давать окрашенные сплавы съ соединеніями различныхъ металловъ дѣлаетъ возможнымъ примѣненіе ея въ техникѣ для приготовленія искусственныхъ камней и эмали, для глазированія глиняныхъ издѣлій и т. п. Далѣе бура примѣняется вмѣсто мыла въ прачешныхъ, прибавляется къ крахмалу для увеличенія блеска бѣлья, борнокислая соль закиси марганца представляется крайне гигроскопичною и примѣняется при приготовленіи масляныхъ лаковъ. Примѣненіе буры въ техникѣ отличается, какъ это видно изъ вышеизложеннаго, большимъ разнообразіемъ. Стоимость буры доходила въ прежнее время до 100—150 мар. за килограммъ, но съ открытіемъ мѣсторожденій въ Канадѣ, Калифорніи и Перу быстро понизилась до 60 марокъ.

Борная кислота встрѣчается въ вулканическихъ странахъ, гдѣ она содержится въ продуктахъ изверженія сульфаторъ и фумароль или отлагается въ видѣ особаго минерала сассолина на окружающихъ породахъ или растворяется вмѣстѣ съ другими солями въ массѣ воды, образующейся отъ сгущенія пара. Отложенія сассолина наблюдаются въ большомъ количествѣ въ кратерѣ вулкана — на островѣ того же имени, принадлежащемъ къ группѣ Липарскихъ острововъ. Добыча борной кислоты изъ растворовъ ведется уже давно въ мѣстечкахъ *Лардерелло и Сассо* въ *Тосканѣ. Источники, содержащіе* борную кислоту, называются здѣсь саффіони, а отличающаяся своимъ безплодіемъ полоса земли, на которой они встрѣчаются въ изобиліи, мареммами. За періодъ времени съ 1776 по 1818 борная кислота добывалась только выпариваніемъ воды небольшихъ озеръ, образовавшихся изъ воды источниковъ. Въ 1818 году былъ основанъ графомъ Larderel'емъ первый заводъ для приготовленія борной кислоты, но производительность этого завода долгое время оставалась небольшою, пока въ 1846 году не была устроена первая фабрика, на которой для испаренія раствора борной кислоты стали пользоваться теряющеюся теплотою паровъ воды, выдѣляющихся изъ трещинъ. Уже въ этомъ году добыча борной кислоты достигла 1000 тоннъ. Дальнѣйшимъ успѣхомъ техники явилось здѣсь устройство надъ трещинами, выдѣляющими паръ, особыхъ бассейновъ, въ которыхъ обогащаются слабые растворы содержащіе кислоту. Вода этихъ растворовъ попадаетъ изъ бассейновъ въ трещину, выбрасывается оттуда парами, снова попадаетъ въ бассейнъ, оттуда снова въ трещины и такъ продолжается до тѣхъ поръ, пока по прошествіи сутокъ вода не начнетъ кипѣть. Въ такомъ видѣ растворъ содержитъ около 1% борной кислоты. Горячій растворъ по трубамъ направляется къ перегоннымъ аппаратамъ, а въ бассейнъ пускаютъ новую порцію

необогащеннаго раствора. Выпариваніе и перекристаллизація раствора производится въ особыхъ свинцовыхъ сосудахъ. Начиная съ 1854 года были по предложенію профессора Гаррери углублены особыя буровыя скважины, изъ которыхъ получается значительно больше пара, служащаго для концентраціи растворовъ борной кислоты. За послѣднее время добыча этого продукта въ Тосканѣ поднялась до 2500 т. ежегодно.

Совершенно особое мѣсто среди другихъ естественныхъ продуктовъ, служащихъ для полученія буры и борной кислоты, занимаетъ борацитъ. Минералъ этотъ нерастворимъ въ водѣ и, слѣдовательно, въ минералогическомъ смыслѣ его нельзя причислить къ солямъ, какъ это имѣетъ мѣсто относительно всѣхъ прочихъ естественныхъ соединеній борной кислоты. Борацитъ представляетъ соль магнія отъ борной и соляной кислотъ и содержитъ до 62% борной кислоты, представляясь, такимъ образомъ, минераломъ весьма богатымъ ею. Борацитъ встрѣчается въ гипсахъ близъ Люнеберга и Зегеберга въ видѣ небольшихъ (величиною съ горошину) кристалловъ кубической формы, отличающихся большою твердостью; но борацитъ встрѣчается здѣсь въ крайне ограниченномъ количествѣ и техническаго значенія указанныя мѣсторожденія не имѣютъ. Глыбы борацита встрѣчаются иногда въ карналитѣ стассфуртскаго мѣсторожденія и здѣсь борацитъ добывается хотя и въ небольшомъ, сравнительно, количествѣ: въ 1894 году добыча составляла 160 и въ 1897—184 т. Весь добытый борацитъ идетъ на приготовленіе буры.

Гораздо большее техническое значеніе имѣютъ растворимыя въ водѣ соли борной кислоты. Соли эти встрѣчаются въ водѣ многихъ озеръ, выдѣляются въ видѣ корки и выцвѣтовъ на берегахъ и на днѣ послѣднихъ, а равно и попадаются въ почвѣ солончаковыхъ степей, покрытыхъ нѣкогда водою. Чаще всего встрѣчаются слѣдующія естественныя соли борной кислоты: бура (тинкалъ), водная кислая соль натрія отъ борной кислоты съ содержаніемъ послѣдней до 37%, борокальцитъ и колеманитъ — водныя кислыя соли кальція съ содержаніемъ до 50% кислоты, боронатрокальцитъ или улекситъ — двойная соль натрія и кальція отъ борной кислоты съ содержаніемъ послѣдней около 45%. На днѣ одного изъ озеръ Калифорніи близъ извѣстнаго мѣсторожденія серебра на сѣрной банкѣ (Sulfurbank) находится слой буры вмѣстѣ съ другими солями, достигающій 1,5 метр. мощности. Во время дождливыхъ періодовъ бура добывается здѣсь драгами; въ сухое время вода въ озерѣ пересыхаетъ и добыча ведется лопатами. Въ слоѣ буры попадаются нерѣдко отдѣльные кристаллы этого вещества до 7 см. длиною. Значительная часть добытой породы выщелачивается водою и бура получается кристаллизаціей и очищается вторичнымъ повтореніемъ этого процесса.

Кромѣ указаннаго мѣсторожденія соли борной кислоты встрѣчаются въ значительномъ количествѣ близъ мѣстечка Deaty-Valley въ Калифорніи, во многихъ мѣстахъ штата Невады, въ озерахъ новой Шотландіи, Тибета, въ сѣверной Индіи и восточной Африкѣ. Известковыя соли борной кислоты добываются въ Перу и Малой Азіи и только въ однихъ послѣднихъ мѣсторожденіяхъ добывается ежегодно до 8000 т. названныхъ минераловъ. Добыча въ Сѣверной Америкѣ доходитъ до 5000 т., на сумму 3 000 000 марокъ.

Общая добыча поваренной соли въ Россіи выражалась для 1896 года цифрою 82 188 489 пудовъ, изъ которыхъ 39 798 452 пуда приходилось на долю самоосадочной, 20 765 685 пуд. — каменной и 21 624 352 пуда на долю выварочной соли, получаемой выпариваніемъ естественныхъ соляныхъ разсоловъ.

Мѣсторожденія каменной соли разрабатываются у насъ въ губерніяхъ Екатеринославской — извѣстное Брянцевское мѣсторожденіе, Оренбургской — мѣсторожденіе Илецкой защиты на Кавказѣ, въ Эриванской губерніи и въ Карской области.

Изъ всѣхъ этихъ мѣсторожденій наибольшее значеніе для рынка имѣютъ мѣсторожденіе Брянцевское и мѣсторожденіе Илецкой защиты, представляющія: первое — нѣсколько мощныхъ пластовъ соли, залегающихъ въ сопровожденіи гипса, ангидрида и другихъ породъ среди пермскихъ отложеній Бахмутской котловины, а второе — мощный штокъ соли — среди пермскихъ же отложеній въ Оренбургской губерніи.

Оба мѣсторожденія разрабатываются подземными работами, причемъ принятый способъ разработки — для Брянцевскаго мѣсторожденія — столбовая выемка съ оставленіемъ столбовъ соли для поддержки кровли, а для мѣсторожденія Илецкой защиты — выемка отдѣльными камерами, имѣющими весьма значительные размѣры и совершенно изолированными другъ отъ друга. Брянцевское мѣсторожденіе доставило въ 1896 г. около $^4/_5$ всего количества каменной соли (17 557 880 пуд.), причемъ наибольшей производительностью отличались копи: Брянцевская (7 015 303 пуда), Харламовская (5 250 000 пуд.) и копь Петръ Великій голландскаго общества — 3 792 584 пуда.

Мѣсторожденіе Илецкой защиты дало 1 164 489 пуд., а всѣ кавказскія мѣсторожденія вмѣстѣ 1 452 273 пуда соли. Копи Брянцевскаго мѣсторожденія отличаются своимъ благоустройствомъ и, подобно копямъ Велички, привлекаютъ вниманіе туристовъ, охотно посѣщающихъ грандіозныя подземныя выработки этихъ копей.

Самоосадочная соль добывается изъ озеръ, находящихся въ Астраханской и Таврической губерніи (озеро Баскунчакское, давшее 8 247 884 пуд., Сакское — 3 129 404 пуд.) и на промыслахъ, расположенныхъ по берегамъ Чернаго, Азовскаго, Каспійскаго и Бѣлаго морей (соль морская, бассейная и др.), гдѣ она добывается естественнымъ испареніемъ или замораживаніемъ морской воды въ бассейнахъ.

Наконецъ добыча соли изъ разсоловъ сосредоточивается, главнѣйше, на Уралѣ, гдѣ находятся извѣстные уже давно соляные промыслы близъ Усолья, Ленвы, Дедюхина и другихъ мѣсторожденій Пермской губерніи, всего на этихъ промыслахъ было получено 16 111 248 пуд. выварочной соли, что составляетъ около $^3/_4$ общей добычи этого продукта въ Россіи. Далѣе выварочная соль добывается въ небольшомъ, правда, количествѣ въ Харьковской губерніи близъ города Славянска, въ Бахмутскомъ уѣздѣ Екатеринославской губерніи — на заводѣ при Харламовской копи и въ Иркутской губерніи.

Слѣдуетъ замѣтить, что добыча выварочной соли за послѣднее время, вообще говоря, падаетъ, такъ какъ соль эта встрѣчаетъ сильную конкурренцію со стороны другихъ видовъ соли (каменной и самоосадочной), добыча которыхъ обходится значительно дешевле выварки соли изъ разсоловъ. Добыча самоосадочной соли подвержена значительнымъ колебаніямъ, въ зависимости отъ состоянія погоды въ періодъ осажденія соли, добыча же каменной соли постоянно и болѣе или менѣе правильно прогрессируетъ и, напримѣръ, добыча Бахмутскихъ мѣсторожденій въ 1896 году значительно превышаетъ добычу тѣхъ же мѣсторожденій въ предшествующіе годы.

Изъ другихъ ископаемыхъ, добыча которыхъ была разсмотрѣна въ настоящемъ отдѣлѣ, заслуживаетъ упоминанія только добыча глауберовой соли, которая составляла въ 1896 году 317 541 пуд. Добыча производилась изъ нѣкоторыхъ озеръ Закавказья, въ Томской и Иркутской губерніи и въ Забайкальской области.

Каменоломни.

Подъ именемъ каменоломенъ подразумѣваются разработки камней, т. е. такихъ полезныхъ ископаемыхъ, которыя пользуются громаднымъ распространеніемъ въ земной корѣ, принимая большое участіе въ строеніи послѣдней.

Такъ какъ добыча камней отличается значительной простотою, требуетъ весьма немногихъ и простыхъ приспособленій и ведется въ большинствѣ открытыми работами, то надзоръ за производствомъ работъ въ нихъ поручается обыкновенно общей гражданской, а не горной администраціи, чѣмъ каменоломни существенно отличаются отъ разработокъ мѣсторожденій другихъ ископаемыхъ.

Въ тѣхъ рѣдкихъ, сравнительно, случаяхъ, когда добычу приходится вести подземными работами, примѣняютъ обыкновенно способъ разработки камерами; камеры эти нерѣдко сообщаются другъ съ другомъ и вся разработка получаетъ видъ собора, сводчатый потолокъ котораго подпирается многочисленными колоннами.

Многія изъ такихъ подземныхъ каменоломенъ получили извѣстность уже со временъ глубокой древности. Однѣ изъ нихъ служили мѣстомъ ссылки для преступниковъ, другія убѣжищемъ для бѣглецовъ, третьи — мѣстомъ погребенія. Такъ древнія катакомбы въ Италіи, гдѣ происходили религіозныя собранія первыхъ христіанъ и совершались тайныя богослуженія, представляли собою оставленныя каменоломни. Самыми большими изъ нихъ являются катакомбы св. Севастьяна въ Римѣ, образовавшіяся при разработкѣ вулканическихъ туфовъ. Катакомбы эти представляютъ собою галлереи въ 4—6 метр. высотою и такой же ширины, отдѣленныя другъ отъ друга мощными столбами для поддержанія кровли. Римскія катакомбы занимаютъ громадную площадь и тянутся на нѣсколько часовъ пути. Подобныя же катакомбы находятся въ окрестностяхъ Неаполя, на островахъ Сициліи и Критѣ, гдѣ онѣ называются лабиринтомъ, по причинѣ крайней запутанности своего расположенія, въ Индіи, гдѣ онѣ получили названіе храма слоновъ и т. п. Катакомбы въ Парижѣ, служившія до конца прошлаго вѣка мѣстомъ погребенія, произошли въ болѣе новое время.

Подземными работами добываются въ настоящее время известнякъ, известковый туфъ, кровельный сланецъ, трассъ, пуццоланъ и другіе строительные матеріалы.

Строительные камни разсматриваются, какъ собственность владѣльца поверхности земли и послѣдній имѣетъ неограниченное право распоряжаться ихъ разработкою, между тѣмъ какъ право на разработку рудъ каменнаго угля и другихъ ископаемыхъ подвергается обыкновенно значительнымъ ограниченіямъ въ пользу государства. По Германскому горному законодательству владѣльцамъ поверхности земли предоставляется исключительное право разработки строительныхъ матеріаловъ, асбеста, слюды, полевого шпата, а равно и нѣкоторыхъ мѣсторожденій тяжелаго и плавиковаго шпатовъ и стронціанита. Въ настоящемъ отдѣлѣ будетъ описано, кромѣ добычи строительныхъ матеріаловъ, добыча всѣхъ перечисленныхъ ископаемыхъ, которыя, несмотря на сравнительно ограниченное распространеніе въ природѣ, имѣютъ большое значеніе для техники.

Примѣненіе и обработка строительныхъ матеріаловъ будетъ нами описана въ другомъ мѣстѣ, почему мы здѣсь ограничимся только указаніями на различные случаи примѣненія этихъ ископаемыхъ и описаніемъ способовъ добычи на нѣкоторыхъ типичныхъ каменоломняхъ.

Естественные камни служатъ съ незапамятныхъ временъ матеріаломъ для постройки жилищъ. Въ началѣ они употреблялись необдѣланными, впослѣдствіи же стѣны начали украшать тщательно сдѣланными фигурами и орнаментами изъ камня и обращать особое вниманіе на тщательную пригонку камней для оконъ и дверей.

Уже изъ древнѣйшихъ временъ исторической жизни человѣчества мы имѣемъ архитектурные памятники, наружныя стѣны которыхъ богато украшены фигурами и колоннами изъ камня. Внутренность построекъ также укра-

шалась колоннами, плитами изъ полированнаго камня и скульптурными фигурами, причемъ для этой цѣли примѣнялся обыкновенно менѣе стойкій, но зато болѣе мягкій и легче обдѣлываемый матеріалъ, каковымъ является мраморъ, темные сорта змѣевика, алебастръ и др. Кромѣ построекъ и скульптурныхъ украшеній многіе виды естественныхъ камней примѣняются для приготовленія изъ нихъ предметовъ роскоши.

Съ древнихъ временъ началось также примѣненіе различныхъ естественныхъ камней для мощенія улицъ и дорогъ. И до настоящаго времени много строительныхъ камней расходуется на устройство дорогъ, мостовыхъ и тротуаровъ въ городахъ, на постройку мостовъ и гаваней. Наилучшимъ матеріаломъ для устройства мостовыхъ и дорогъ служитъ авгитовый и роговообманковый габро, какъ обладающіе значительной твердостью.

Но кромѣ построекъ естественные камни примѣняются еще для многихъ цѣлей, *изъ которыхъ мы упомянемъ здѣсь о примѣненіи литографскаго сланца*, жерновыхъ камней, о значеніи фосфоритовъ въ сельскомъ хозяйствѣ, о примѣненіи известняка, гипса плавиковаго и тяжелаго шпата въ химической промышленности, о значительной роли асбеста и слюды въ различныхъ отрасляхъ современной техники.

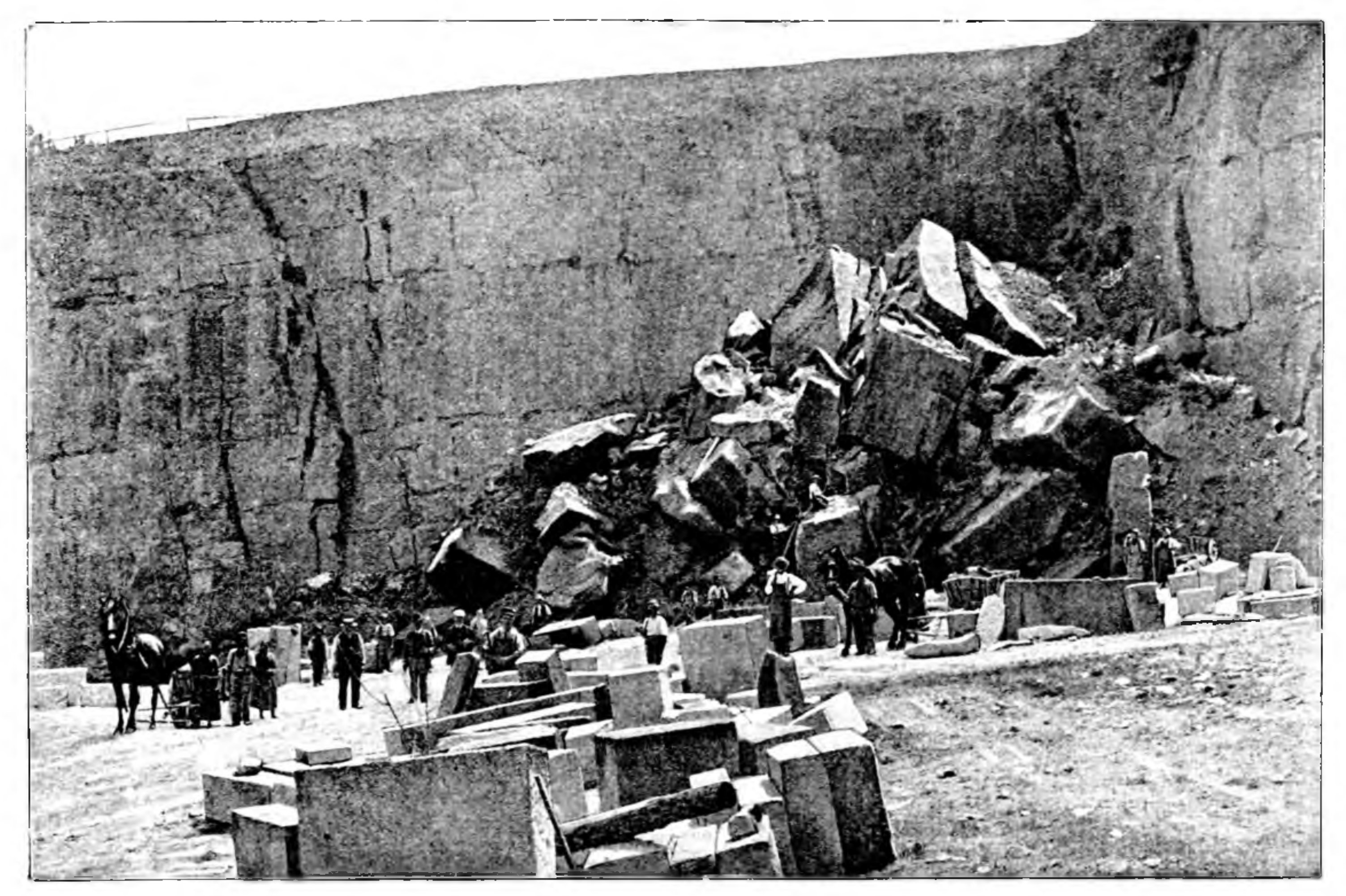
Упомянемъ также о громадныхъ массахъ песку, глины простой и огнеупорной, каолина и др. матеріаловъ, которые добываются изъ нѣдръ земли и примѣняются для приготовленія цемента, глиняной посуды, кирпичей, терракоты, фарфора, стекла и т. п. За исключеніемъ каолина, который добывается иногда подземными работами, всѣ остальныя изъ перечисленныхъ ископаемыхъ добываются обыкновенно разносами.

Значеніе добычи естественныхъ камней и другихъ строительныхъ матеріаловъ въ экономической жизни страны лучше всего иллюстрируется цифрами переписи 1895 года. По даннымъ этой переписи около 140 000 челов. были заняты работами въ каменоломняхъ, включая сюда и рабочихъ, занятыхъ грубою обработкою добытаго матеріала, которая производится обыкновенно въ самихъ каменоломняхъ. Другіе 40 000 рабочихъ были заняты добычею песка, глины, гравія и др. матеріаловъ въ разносахъ, причемъ сравненіе приведенныхъ цифръ съ соотвѣтствующими цифрами предыдущей переписи 1882 года показало значительный ростъ послѣднихъ за указанное время.

Среди различныхъ естественныхъ камней, песчаникъ является едва ли не наилучшимъ строительнымъ матеріаломъ, чему способствуетъ его значительная твердость, способность нѣкоторыхъ разновидностей хорошо противустоять разрушающему дѣйствію атмосферныхъ агентовъ, нѣжный цвѣтъ нѣкоторыхъ сортовъ и способность легко обрабатываться.

Все это въ связи съ частымъ нахожденіемъ песчаника въ различныхъ мѣстахъ, равно и съ тѣмъ обстоятельствомъ, что песчаники часто образуютъ скалы, сильно облегчающія полученіе глыбъ любого размѣра, послужило причиною значительнаго распространенія песчаника, какъ строительнаго матеріала и мы можемъ смѣло сказать, что добыча песчаника ведется почти повсемѣстно. Нигдѣ однако добыча этого ископаемаго не ведется въ столь обширныхъ размѣрахъ, какъ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Саксонской Швейцаріи, почему мы и опишемъ здѣшнія каменоломни, какъ примѣръ добычи песчаника, хотя слѣдуетъ, что принятый здѣсь способъ разработки, отличается нѣкоторыми характерными для него особенностями.

Для болѣе удобнаго сплава добытаго матеріала всѣ большія каменоломни расположены здѣсь въ долинѣ рѣки Эльбы и кромѣ нея лишь въ долинѣ Гаттлейбы ведется значительная добыча залегающаго здѣсь песчаника превосходнаго качества. Это обстоятельство возбуждаетъ сильнѣйшую зависть въ жителяхъ долины Эльбы, но справедливость требуетъ сказать,



322. Добыча песчаника на ломкахъ г. Лотце въ Пирнѣ. Видъ ломокъ послѣ обрушенія уступа.

что возможность для 4000 челов. рабочихъ прокормить себя и свои семьи работой въ каменоломняхъ составляетъ истинное благодѣяніе для страны. Добыча камня составляетъ въ среднемъ около 200 000 куб. метровъ въ годъ, на сумму около 2 милліоновъ марокъ. Цѣна матеріала колеблется въ зависимости отъ величины кусковъ, степени ихъ обдѣлки и качества матеріала и составляла въ послѣднее время около 5 мар. за тонну обыкновеннаго грубоотесаннаго песчаника и 30 марокъ — за тонну песчаника лучшихъ качествъ въ большихъ глыбахъ. Въ торговлѣ Саксонскій песчаникъ называется часто Пирнайшскимъ песчаникомъ по имени одной изъ важнѣйшихъ каменоломенъ, въ которыхъ онъ добывается; добытый въ Саксоніи матеріалъ отправляется въ большомъ количествѣ въ Магдебургъ, Берлинъ и доходитъ даже до Гамбурга.

Скалы песчаника, изъ которыхъ ведется добыча, бываютъ обыкновенно покрыты слоемъ гравія и щебня; слои эти даютъ матеріалъ негодный для построекъ и должны быть сняты съ поверхности утеса. Послѣ уборки остается обыкновенно слой годнаго песчаника до 10—30 метровъ мощности. Для добычи дѣлаютъ врубъ въ скалѣ, пользуясь направленіемъ трещинъ, подобно тому, какъ это дѣлается при добычѣ бураго угля въ Богеміи. Широкій врубъ дѣлается въ нижнихъ разрушенныхъ слояхъ песчаника, помощью порохострѣльной и клиновой работы, послѣ чего обрушаютъ нависшую надъ врубомъ глыбу породы, для чего рабочіе выжигаютъ или вырываютъ помощью взрыва стойки, поддерживавшія глыбу во время производства вруба. Наивыгоднѣйшимъ для дальнѣйшей обработки глыбы случаемъ является тотъ, при которомъ оторвавшаяся глыба наклоняется и скатывается по подставленной настилкѣ въ почву долины (см. фиг. 322). Стоимость крѣпи для поддержанія нависшей надъ врубомъ глыбы, вѣсъ которой доходитъ, нерѣдко, до 12 000 килогр., составляетъ около 10 000 мар. Каждый разъ, когда обрушеніе глыбы счастливо закончилось, рабочіе получаютъ по кружкѣ пива.

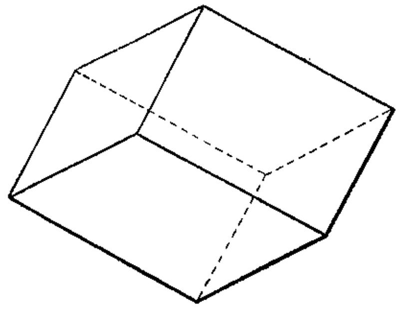
Къ сожалѣнію здѣсь часто происходятъ различныя несчастія и намъ постоянно приходится читать въ газетахъ о томъ, что рабочій, не успѣвшій во время бѣжать, былъ раздавленъ обвалившейся глыбой. Но были случаи прямо таки чудеснаго избавленія рабочихъ отъ грозившей имъ опасности. Такъ въ 1862-мъ году совершенно неожиданно обвалилась громадная глыба и скатилась на рабочихъ, сидѣвшихъ за завтракомъ. Къ счастью осколки камней и др. матеріалы образовали какъ разъ въ этомъ мѣстѣ родъ свода и всѣ 24 человѣка рабочихъ послѣ 56 часовъ непрерывной работы были вынуты изъ подъ глыбы живыми и невредимыми. Однажды случилось также, что громадная глыба скатилась въ Эльбу, раздробившись на массу небольшихъ кусковъ. Количество камней было такъ велико, что они сдѣлали судоходство по рѣкѣ невозможнымъ и уборка ихъ дорого стоила владѣльцамъ каменоломенъ.

Известняки представляютъ собою наиболѣе употребительный послѣ песчаниковъ строительный матеріалъ. Хотя примѣненіе известняковъ для облицовки наружныхъ стѣнъ зданій и является, вообще говоря гораздо болѣе ограниченнымъ, чѣмъ примѣненіе песчаниковъ, зато известняки пользуются большимъ распространеніемъ, какъ матеріалъ для отдѣлки и украшенія внутреннихъ стѣнъ и половъ зданія. Особенно цѣнный для этого матеріалъ представляетъ мраморъ, который легко обдѣлывается и обладаетъ красивымъ цвѣтомъ. Мраморъ тонкозернистый служитъ прекраснымъ матеріаломъ для скульптурныхъ работъ и въ этомъ отношеніи мраморъ каррарскій, и парижскій пользуются большой извѣстностью еще съ временъ античной древности.

Грубые сорта известняка употребляются для мощенія улицъ въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ они встрѣчаются въ большомъ количествѣ. Слѣдуетъ

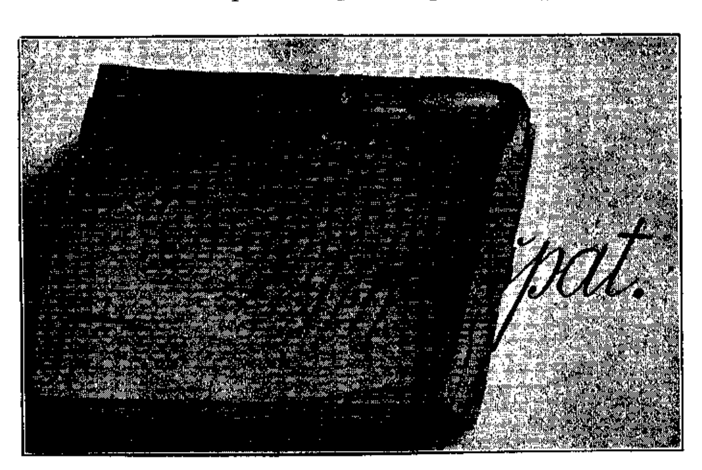
впрочемъ сказать, что для этой цѣли известнякъ, вообще говоря, мало пригоденъ, такъ какъ по своей мягкости онъ легко изнашивается и даетъ массу известковой пыли, составляющей истинное несчастіе путниковъ.

Нѣкоторыя разновидности известняка представляютъ собою превосходный матеріалъ для литографскихъ станковъ. Особенно пригоднымъ для этой цѣли является известнякъ изъ мѣсторожденій литографскаго камня въ Золингофенѣ близъ одной изъ станцій Нюренберго-Ингольштадтской желѣзной дороги. Ломки литографскаго камня расположены здѣсь на берегу рѣки Альтмюля и добытыя плиты развозятся отсюда по всему свѣту. По нѣжности своего строенія литографскій камень въ Золингофенѣ весьма благопріятенъ для сохраненія остатковъ организмовъ, жившихъ въ эпоху его образованія. И дѣйствительно въ Золингофенскихъ сланцахъ сохранились до мельчайшихъ подробностей остатки растеній и животныхъ юрской эпохи.



323. **Спайный ромбоэдръ известковаго шпата.**

Въ трещинахъ известняковъ встрѣчаются нерѣдко хорошо образованные прозрачные кристаллы известковаго шпата, обладающіе весьма совершенной спайностью по гранямъ ромбоэдра (см. фиг. 323). При прохожденіи черезъ прозрачный кристаллъ известковаго шпата обыкновенный лучъ свѣта разлагается на два луча, вслѣдствіе чего получаются два изображенія (см. фиг. 323). Минералы, обладающіе этою способностью давать двойныя изображенія, называются двоякопреломляющими и въ частности прозрачные кристаллы известковаго шпата называются удвояющимъ шпатомъ. Особенно ясно выражается эта способность у кристалловъ известковаго шпата, находимыхъ въ одномъ изъ мѣсторожденій Исландіи и называемыхъ поэтому исландскимъ шпатомъ. Кристаллы исландскаго шпата добываются въ значительномъ количествѣ и продаются въ зависимости отъ величины кусковъ по 56—112 марокъ за килограммъ для изготовленія поляризаціонныхъ приборовъ.



324. **Исландскій двоякопреломляющій шпатъ.**

Примѣненіе обожженныхъ и гашеныхъ известняковъ для приготовленія цемента въ строительномъ дѣлѣ всѣмъ извѣстно. Известняки съ примѣсью глины (мергеля) даютъ при этомъ гидравлическій цементъ, быстро твердѣющій подъ водою. Далѣе известнякъ находитъ себѣ обширное примѣненіе въ химической промышленности, для приготовленія соды и стекла, въ сахароваренномъ дѣлѣ для приготовленія чистой углекислоты и т. п. Размолотый и обожженный известнякъ представляетъ прекрасное удобреніе для почвъ, бѣдныхъ известью.

Въ послѣднее время известнякъ находитъ обширное примѣненіе въ освѣщеніи, такъ какъ изъ него готовится карбидъ кальція, изъ котораго получается ацетиленовый газъ, дающій ровное пламя.

Все сказанное далеко не исчерпываетъ всѣхъ случаевъ примѣненія известняка въ техникѣ и въ этомъ отношеніи можно сказать, что въ техникѣ мы не можемъ сдѣлать ни шагу безъ того, чтобы не наткнуться на примѣненіе известняка для тѣхъ или иныхъ цѣлей.

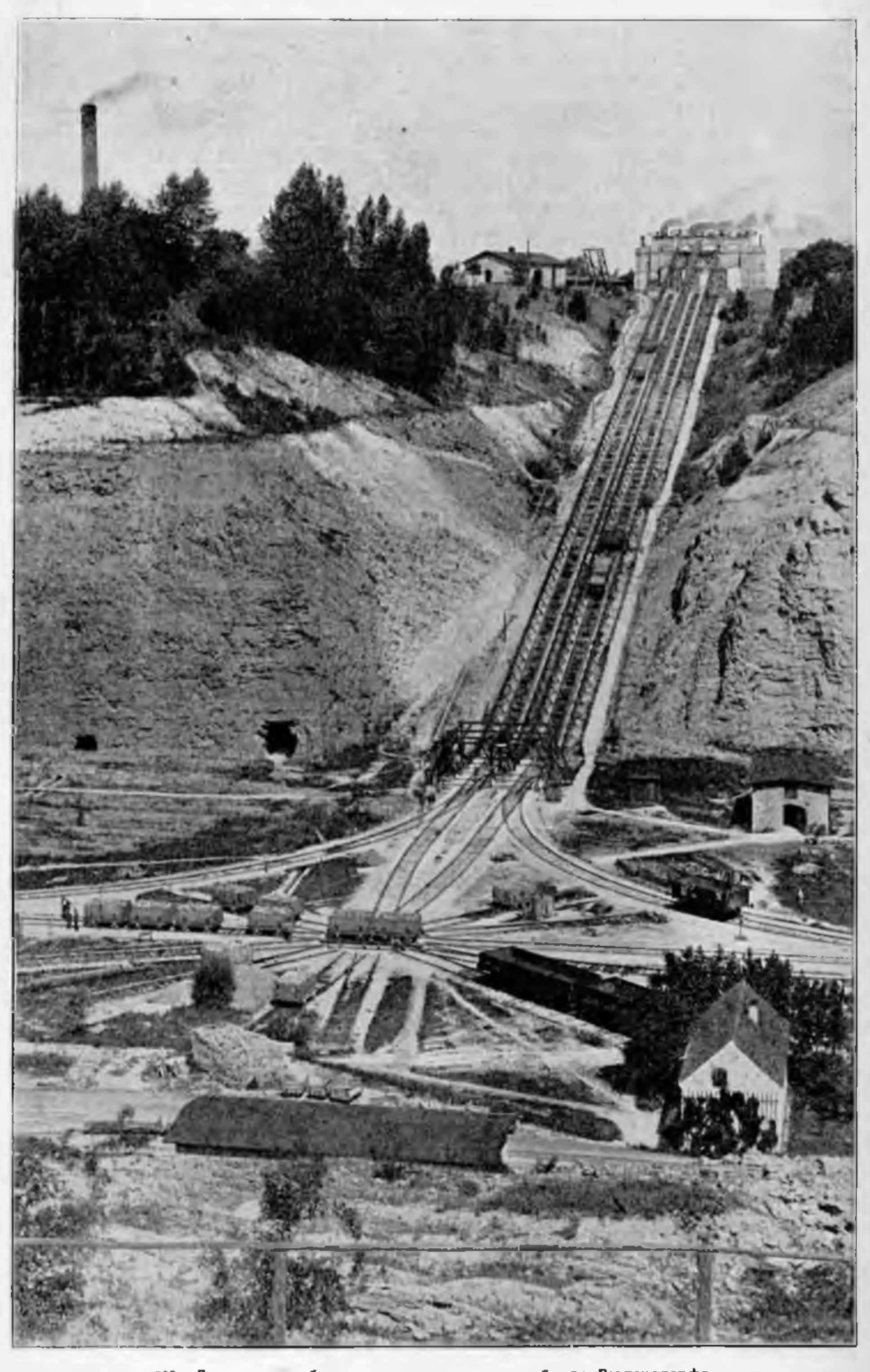
Обширность примѣненій известняка въ техникѣ способствуетъ громадному развитію добычи этого ископаемаго и дѣйствительно добыча его производится въ огромныхъ размѣрахъ. Изъ различныхъ ломокъ известковаго камня въ Германіи мы здѣсь опишемъ ломки его въ Рюдерсдорфѣ къ востоку отъ Берлина. Рюдерсдорфскія ломки уже давно соединены вѣткой съ желѣзной дорогой, идущей отъ Берлина въ Кюстринъ. Далѣе доставка камня въ Берлинъ облегчается еще расположеніемъ ломокъ въ странѣ озеръ къ сѣверу отъ Шпрее, благодаря чему имѣется возможность доставлять камень въ столицу воднымъ путемъ изъ Альвенслебенской каменоломни — одной изъ самыхъ значительныхъ въ округѣ. Разработки въ Альвенслебенѣ имѣютъ до 30 метровъ глубины.

Къ сѣверовостоку отъ этихъ ломокъ расположены такъ называемыя глубокія ломки до 30 метр. глубиною. Камень, добытый изъ этихъ ломокъ, нагружается прямо въ желѣзнодорожные вагоны и по наклонной площади поднимается къ полотну желѣзной дороги, по которой безъ всякой перегрузки отправляется въ Берлинъ и другіе города. Наклонная площадь съ проложенными по ней рельсовыми путями представлена на фиг. 325. Весь подъемъ продолжается не болѣе 2-хъ минутъ, причемъ заразъ поднимаетъ до 500 двойныхъ центнеровъ камня. Для удобства доступа къ подъему обѣ машины, изъ которыхъ одна служитъ запасною, расположены сбоку рельсовыхъ путей. Канатъ съ барабана машины идетъ черезъ направляющій шкивъ, расположенный такъ высоко надъ поверхностью пути, что желѣзнодорожные вагоны свободно проходятъ подъ канатомъ. На почвѣ разноса вагоны распредѣляются помощью системы рельсовыхъ путей (фиг. 326), стрѣлокъ и поворотнаго круга по отдѣльнымъ забоямъ. Здѣсь они нагружаются камнемъ изъ рудничныхъ вагоновъ и подвозятся къ эстокаду, гдѣ изъ нихъ составляется поѣздъ и поднимается машиной.

Попадающая въ разносъ вода собирается въ зумпфъ шахты, проведенныя близъ края разноса и оттуда поднимается на поверхность насосами, изъ которыхъ одинъ служитъ запаснымъ.

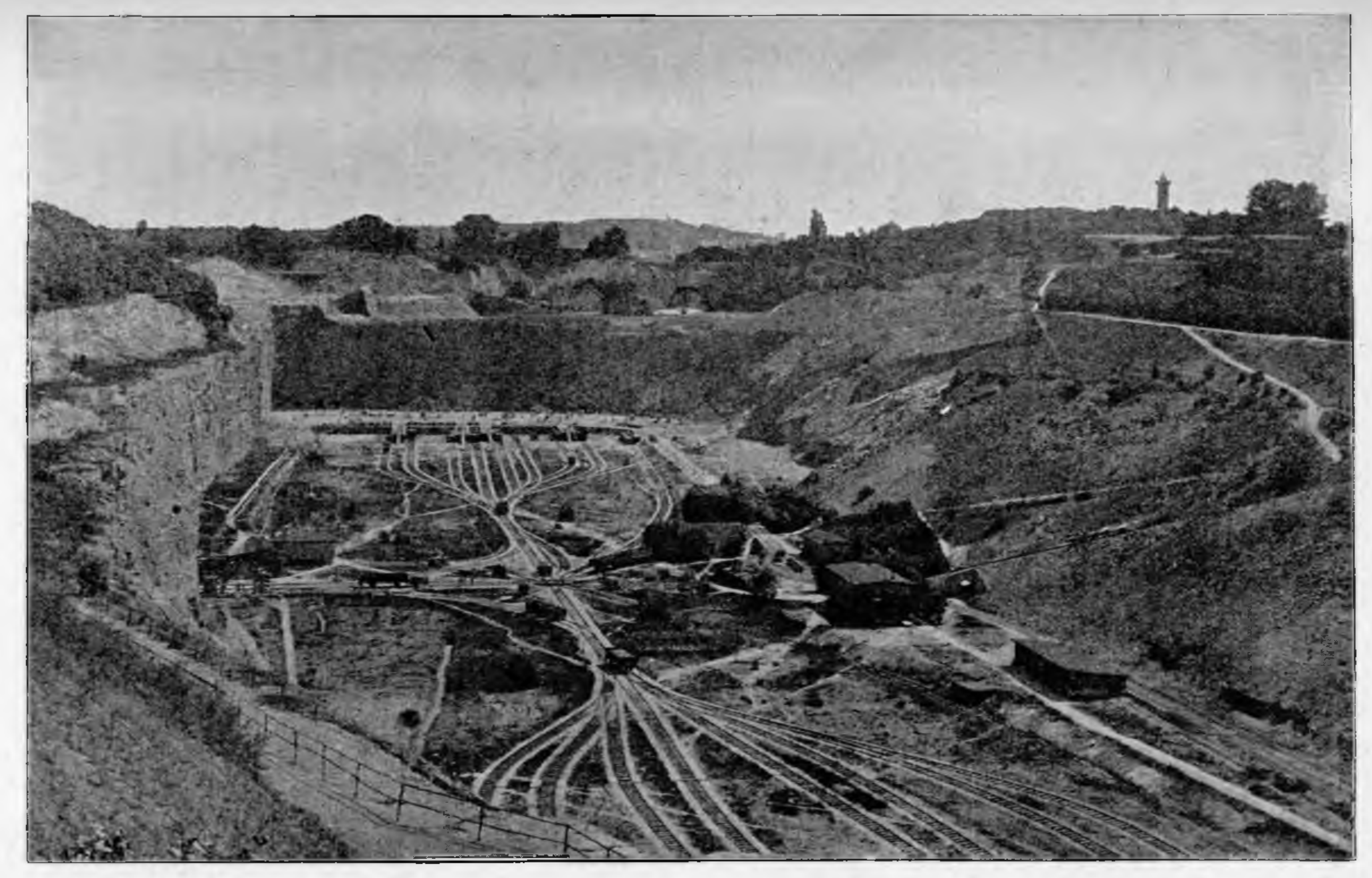
Добыча пластовъ раковиннаго известняка мощностью въ 10—20 см. и имѣющихъ паденіе въ 20° къ горизонту производится совершенно подобно тому, какъ ведется добыча бураго угля въ Богеміи. Сначала въ почвѣ разноса проводятъ штреки, между которыми оставляютъ столбы известняка. Въ столбахъ закладываютъ шпуры, заряжаютъ и взрываютъ одновременно шпуры въ цѣломъ рядѣ столбовъ, отчего обрушаются и самые столбы и верхній уступъ породы. Все различіе заключается лишь въ томъ, что примѣненіемъ болѣе короткихъ затравокъ стараются произвести взрывъ шпуровъ въ переднихъ, ближайшихъ къ краю уступа столбахъ на нѣсколько секундъ ранѣе, нежели въ столбахъ болѣе удаленныхъ. Благодаря этому вся получившаяся при обрушеніи порода скатывается внизъ на почву разноса; глыбы известняка даютъ при этомъ трещины по плоскостямъ наслоенія и легко обрабатываются рабочими.

На ломкахъ заняты до 1000 челов. рабочихъ, годовая производительность доходитъ до 500 000 куб. метр. камня, часть котораго продается въ видѣ плитъ разной величины, часть же обжигается для приготовленія раствора; иногда известнякъ смѣшиваютъ съ глиною, для полученія гидравлическаго



325. **Доставка глыбъ известняка на ломкахъ близъ Рюдерсдорфа.**

Съ фотографіи Эдуарда Вольлебена въ Рюдерсдорфѣ.



326. **Общій видъ ломокъ известняка въ Рюдерсдорфѣ.** Съ фотографіи Эдуарда Вольлебена въ Рюдерсдорфѣ.

цемента. Печи для обжига устроены такимъ образомъ, что подвозъ къ нимъ необожженнаго известняка и угля и доставка обожженной извести производятся весьма удобно въ желѣзнодорожныхъ вагонахъ. Получающаяся при добычѣ мелочь отвозится къ отваламъ, расположеннымъ довольно далеко отъ разноса.

Пять шестыхъ всѣхъ ломокъ принадлежатъ государству и $^1/_6$ городу Берлину. Ломки охотно посѣщаются туристами тѣмъ болѣе, что посѣщеніе ихъ соединено съ пріятной прогулкой на пароходахъ по Шпрее и окрестнымъ озерамъ. Наиболѣе интереснымъ для туристовъ является присутствіе во время взрыва большого количества шпуровъ.

Изъ многочисленныхъ мѣсторожденій мрамора мы опишемъ здѣсь извѣстныя уже съ глубокой древности мѣсторожденія мрамора въ верхней Италіи и Греціи, такъ какъ они сохранили свое значеніе и до настоящаго времени. Оставленныя въ теченіе многихъ вѣковъ мѣсторожденія мрамора въ Греціи, доставлявшія превосходный матеріалъ для построекъ и скульптурныхъ украшеній античной древности, были вновь найдены германскимъ ученымъ Зигелемъ, совершившимъ съ этою цѣлью поѣздку по Греціи и островамъ Архипелага. На островѣ Паросѣ поиски не увѣнчались успѣхомъ, такъ какъ здѣсь не могли найти скалы, изъ которой было бы легко добывать большія глыбы мрамора, необходимыя для статуй; за то мѣсторожденія Пенteликонъ были вновь отысканы и разрабатываются въ настоящее время, причемъ изъ нихъ добываются глыбы мрамора любой величины, весьма пригодныя для архитектурныхъ цѣлей и мраморъ именно этого мѣсторожденія послужилъ матеріаломъ для современныхъ построекъ въ Аѳинахъ. Точно также были вновь найдены и извѣстныя съ глубокой древности мѣсторожденія мрамора близъ мѣстечка Матананъ, доставлявшія столь цѣнимый римлянами вишнево-красный мраморъ съ черными прожилками и также красный съ бѣлыми прожилками и пятнами.

Главнѣйшія мѣсторожденія мрамора въ Италіи находятся въ Тосканѣ. По желѣзной дорогѣ, ведущей отъ Пизы въ Специю, расположены мѣсторожденія „Масса“ въ 2 верст. отъ морского берега; далѣе къ сѣверу лежитъ „Каррара“ въ глубокой котловинѣ Апеннинъ, соединенная съ главной линіей особой вѣткой. Къ югу отъ Массы находятся мѣсторожденія Серравецці на берегу рѣки того же имени. Выше Серравецци находятся ломки мрамора въ горѣ Монте-Альтиссимо, основанныя въ 1517 году Микелемъ Анджелло, по порученію папы Льва X. Изъ всѣхъ перечисленныхъ мѣсторожденій наибольшей извѣстностью пользуются мѣсторожденія Каррары. Изъ каррарскаго мрамора сдѣлана извѣстная статуя Аполлона Бельведерскаго работы Миколь-Анджелло, статуи Торвальдсена, Кановы, Рауха и другихъ скульпторовъ. Превосходныя качества каррарскаго мрамора, какъ скульптурнаго матеріала, обусловливаются его тонко зернистымъ строеніемъ, малою твердостью, блескомъ, нѣкоторою степенью прозрачности и нѣжнымъ бѣлымъ цвѣтомъ. Благодаря всѣмъ этимъ свойствамъ каррарскій мраморъ легко обдѣлывается, является особенно пригоднымъ для отдѣлки тончайшихъ украшеній и издѣлія изъ него отличаются большою красотою.

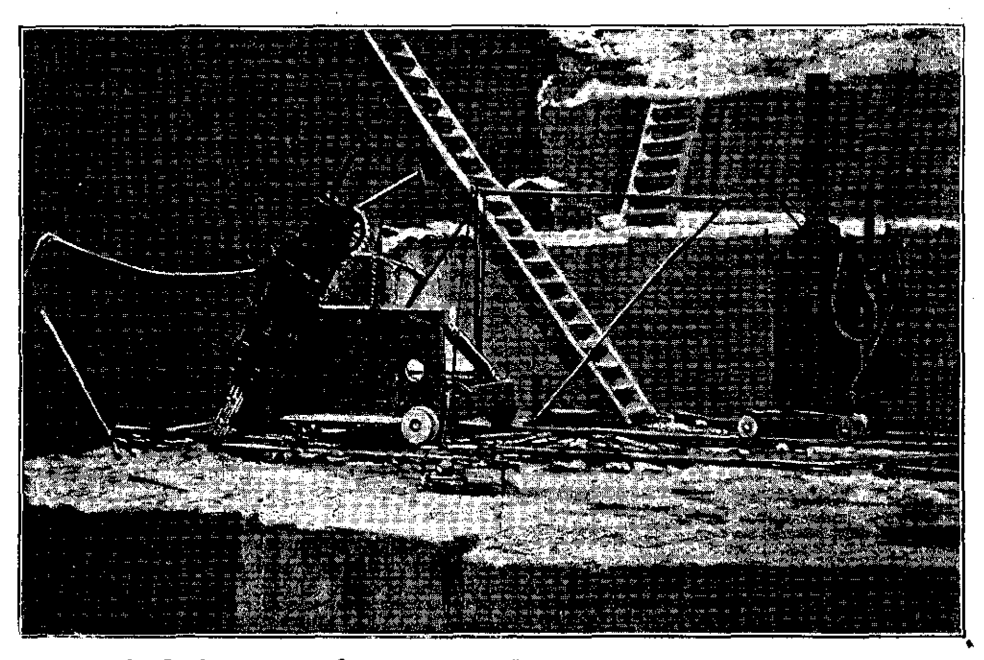
Въ тѣхъ же мѣсторожденіяхъ добываются и прекрасные сорта архитектурнаго мрамора, какъ то: свѣтло-бѣлый мраморъ (Bianco-chiaro) — нѣжнаго бѣлаго цвѣта со множествомъ синеватыхъ прожилковъ. Мѣсторожденія Серравецци извѣстны мраморной брекчіей, въ которой среди фіолетовой основной массы содержится масса брекчевидныхъ включеній бѣлаго, желтаго, голубого, сѣраго и другихъ цвѣтовъ. Тамъ же находятся и высоко цѣнимые въ архитектурномъ дѣлѣ сорта жилковатаго мрамора, какъ rosso antico — темно красного цвѣта съ множествомъ бѣлыхъ прожилковъ, violetto — фіолетоваго цвѣта съ бѣлыми же прожилками, Verde dei Greci, содержащій на



327. Ломки мрамора въ горѣ Альтиссимо въ Италіи.

свѣтлозеленомъ фонѣ основной массы многочисленныя вѣтви болѣе темнаго цвѣта и массу бѣлыхъ прожилковъ.

Каменоломни расположены уступами по склону горъ. Присутствіе каменоломенъ легко узнается по множеству отваловъ мелкихъ кусковъ, которые нерѣдко спускаются до самой долины рѣки, между тѣмъ какъ самыя ломки расположены высоко на склонахъ долины. По мѣрѣ приближенія къ ломкамъ картина оживляется. Слышны глухіе удары молота, лязгъ пилъ, которыми распиливаются крупныя глыбы мрамора, скрипъ шлифовальныхъ станковъ для полировки мраморныхъ плитъ. Добытыя и отесанныя плиты грузятся въ особыя повозки и, смотря по величинѣ, подвозятся на 4 или 8 волахъ къ станціи желѣзной дороги. Только очень большія глыбы въ 10 и болѣе



328. **Врубовая машина Сулльвана на одной изъ итальянскихъ ломокъ мрамора.**

кубическихъ метровъ объемомъ спускаются по доскамъ, проложеннымъ на склонѣ въ долину рѣки (см. фиг. 327), причемъ стараются удержать глыбу отъ быстраго скатыванія внизъ. Какъ сказано выше, обдѣлка глыбъ производится тутъ же на мѣстѣ добычи и только въ немногихъ каменоломняхъ, расположенныхъ неудобно для доставки на лошадяхъ или волахъ, добытыя глыбы скатываются въ долину рѣки и уже здѣсь обдѣлываются.

Благодаря расположенію ломокъ на вершинѣ горъ съ нихъ въ ясную погоду открывается превосходный видъ на море вплоть до береговъ Эльбы и Корсики и вдоль по берегу далеко за Геную.

Около 5 000 рабочихъ заняты въ настоящее время добычею мрамора и доставкою его къ желѣзной дорогѣ. Кромѣ того въ окрестностяхъ Каррары имѣется множество мастерскихъ для художественной отдѣлки мрамора. На станціяхъ желѣзныхъ дорогъ и въ ближайшихъ гаваняхъ можно видѣть кромѣ мѣстныхъ сортовъ еще много мрамора изъ другихъ мѣсторожденій. Такъ здѣсь часто встрѣчается портор, добываемый въ ломкахъ окрестностей Генуи, отличающійся густымъ чернымъ цвѣтомъ основной массы, на фонѣ которой выдѣляются прожилки сѣрно и золотисто-желтаго цвѣта; далѣе

встрѣчаемъ Griotte — разновидность мрамора изъ департамента Андъ во Франціи — въ темно-красной основной массѣ котораго заключены зерна вишнево-краснаго цвѣта и бѣлыя раковины морскихъ животныхъ.

Около тысячи судовъ и нѣсколько тысячъ вагоновъ развозятъ отсюда мраморъ по всѣмъ частямъ свѣта.

Въ тѣхъ ломкахъ, гдѣ не имѣется удобныхъ для добычи правильныхъ кусковъ мрамора естественныхъ обнаженій, для производства врубовъ примѣняются особыя врубовыя машины (см. фиг. 328). Помощью этихъ машинъ легко и быстро производятся врубы, имѣющіе болѣе правильную форму и меньшую ширину, чѣмъ при ручной работѣ. Благодаря меньшимъ размѣрамъ врубовъ получается меньше мелочи, что наряду съ большой экономіей времени и средствъ дѣлаютъ выгоднымъ примѣненіе машинной работы. Ломки, на которыхъ имѣются врубовыя машины, раздѣлены на уступы, соотвѣтственно размѣрамъ пилъ; на почвѣ каждаго уступа проложены рельсовые пути, по которымъ движутся машины вмѣстѣ съ котломъ. Машины примѣняются только для производства вертикальныхъ врубовъ, перпендикулярныхъ къ груди уступа. Отдѣленіе кусковъ отъ почвы и задней стѣны уступа производится клиньями.

Среди различныхъ строительныхъ матеріаловъ пользуются большимъ примѣненіемъ и кристаллическіе сланцы въ тѣхъ случаяхъ, когда они легко даютъ плитообразную отдѣльность параллельно плоскостямъ наслоенія и хорошо сопротивляются дѣйствію атмосферныхъ агентовъ. Такіе сланцы примѣняются для покрышки зданій и бываютъ различныхъ оттѣнковъ, розоваго, голубого, сѣраго и чернаго цвѣтовъ. Сланцы чернаго цвѣта примѣняются также для грифельныхъ досокъ. Сланцы обладаютъ однороднымъ строеніемъ и даютъ отдѣльности, параллельныя плоскостямъ наслоенія, или расположенныя подъ угломъ къ нимъ. Въ послѣднемъ случаѣ говорятъ, что направленіе сланцеватости не совпадаетъ съ плоскостями наслоенія и такая ложная сланцеватость происходитъ обыкновенно вслѣдствіе бокового давленія на породу, имѣвшаго мѣсто уже послѣ ея образованія. Часто встрѣчаются сланцы, обладающіе сланцеватостью по двумъ направленіямъ, какъ это имѣетъ мѣсто, напримѣръ, въ сланцахъ Штейнаха въ Тюрингіи. Такіе сланцы идутъ на приготовленіе грифелей.

Кровельные сланцы встрѣчаются обыкновенно въ древнихъ осадочныхъ отложеніяхъ силурійской, девонской и, отчасти, каменноугольной системъ, хотя, напримѣръ, близъ Гларуса въ Швейцаріи находятся сланцы, относящіеся къ гораздо болѣе поздней эпохѣ, именно къ тріасу.

Важнѣйшимъ изъ германскихъ мѣсторожденій сланцевъ являются мѣсторожденія близъ Леестена въ Тюрингіи, гдѣ сланцы залегаютъ въ пластахъ нижняго отдѣла каменноугольной системы. Далѣе изобилуютъ сланцами девонскія отложенія Рейнской провинціи и Вестфаліи, гдѣ близъ мѣстечка Каубъ на Рейнѣ сосредоточено много ломокъ этой породы. Въ большомъ количествѣ привозится сланецъ изъ французскихъ, англійскихъ и бельгійскихъ каменоломенъ. Разработка мѣсторожденій сланца близъ Лёсснитца въ Саксоніи по сѣверному склону рудныхъ горъ, задалживавшая еще въ 60-хъ гг. около 500 челов. рабочихъ, въ настоящее время почти совсѣмъ оставлена, такъ какъ запасы годнаго матеріала здѣсь сравнительно не велики и сланецъ по своей способности давать отдѣльности далеко уступаетъ сланцамъ Тюрингіи, Вестфаліи и Рейнской провинціи. Сланцы послѣднихъ мѣсторожденій пользуются въ настоящее время значительнымъ сбытомъ почти въ самыхъ ближайшихъ окрестностяхъ Лёсснитца.

Добыча сланца производится открытыми работами. Куски сланца отдѣляются отъ коренной породы клиньями и врубами, распиливаются въ особыхъ мастерскихъ на плиты, пластины и доски.

Массивно-кристаллическія породы добываются во многихъ мѣстахъ, и служитъ матеріаломъ для мощенія дорогъ и устройства канавъ вдоль этихъ послѣднихъ. Для этой цѣли примѣняются самыя разнообразныя породы, что видно изъ слѣдующей таблицы, дающей потребленіе различныхъ породъ для устройства мостовыхъ въ процентахъ общаго количества всего матеріала для устройства и ремонта дорогъ въ Саксоніи въ 1896 г.

На долю различныхъ породъ изъ этого количества приходилось:

На породы группы порфировъ	34%	Группы гнейса	6%
Базальтовой группы	20%	„ глинистыхъ сланцевъ	$5^1/_2$%
Группы гранитовъ	17%	„ кварцитовъ	3%
„ породъ зеленокаменныхъ	$11^1/_2$%	„ кремня и булыжника	3%

Приведенная таблица показываетъ все разнообразіе породъ, примѣняемыхъ для устройства дорогъ. Для дробленія крупныхъ кусковъ при этомъ примѣняются дробилки, устройство которыхъ было описано выше. Для мощенія улицъ въ городахъ примѣняется уже значительно меньшее число породъ, такъ какъ здѣсь ставятся уже большія требованія къ качеству матеріалъ, которымъ не удовлетворяетъ большинство названныхъ выше породъ. Эти требованія значительно возросли за послѣднее время и породы, которыя нѣсколько лѣтъ тому назадъ считались весьма хорошимъ матеріаломъ для мостовыхъ — въ настоящее время признаются совершенно непригодными для этой цѣли. Такъ валуны булыжника, которые въ изобиліи находятся въ диллювіальныхъ отложеніяхъ сѣверной Германіи, считались ранѣе прекраснымъ матеріаломъ для мостовыхъ и примѣнялись въ большомъ количествѣ въ городахъ этой части Германіи. Въ настоящее время для устройства городскихъ мостовыхъ стали требовать камни правильной формы, равной величины, обладающіе, при значительной устойчивости противъ дѣйствія атмосферныхъ агентовъ, еще и шероховатой поверхностью. Наиболѣе удовлетворяющимъ всѣмъ этимъ требованіямъ матеріаломъ явились различныя породы гранитовой группы и сходные съ ними, по своему строенію, сіениты и діабазы, почему эти породы пользуются въ настоящее время большимъ спросомъ и перевозятся на значительныя разстоянія отъ мѣста добычи. Такъ для мощенія улицъ гор. Берлина въ 1895 году было употреблено около 93% гранита изъ Швеціи, около 6% — изъ Саксоніи и всего 1% булыжника изъ ближайшихъ окрестностей Берлина. Плата за матеріалъ для мостовыхъ колеблется въ зависимости отъ его качествъ и степени обдѣлки отъ 9 до 15 марокъ за 1 кв. метръ площади.

Въ прежнее время матеріаломъ для мостовыхъ часто служилъ базальтъ, добыча и обдѣлка котораго значительно облегчается его способностью давать призматическую отдѣльность. Опытъ показалъ, что базальтовыя мостовыя становятся очень скользкими, почему въ настоящее время базальтъ почти не примѣняется для устройства мостовыхъ и служитъ почти исключительно для тротуаровъ.

Какъ строительный матеріалъ массивно кристаллическія и изверженныя породы примѣняются сравнительно рѣдко, такъ какъ онѣ трудно обдѣлываются. Пріятнымъ исключеніемъ въ этомъ случаѣ служитъ порфиръ изъ окрестностей Гильберсдорфа, добыча котораго будетъ описана ниже.

Наибольшимъ распространеніемъ, какъ матеріалъ для лѣстницъ, оконныхъ досокъ, для жерновов пользуется гранитъ и особенно его разновидности, обладающія зерномъ средней величины. Добыча гранита остается въ общихъ чертахъ одинаковою для всѣхъ ломокъ этой породы и заключается въ слѣдующемъ: для ломки выбираются высокія гранитныя скалы, часто встрѣчающіяся на крутыхъ склонахъ горъ; въ нихъ дѣлаютъ углубленія, расположенныя правильными рядами и отдѣляютъ глыбу отъ коренной по-



Ломка базальта Дувексопфъ II Рейнскаго акціонернаго общества въ Линцѣ.

(Съ фотографіи профессора [illegible] въ Линцѣ)

роды, загоняя въ эти углубленія клинья. Чѣмъ больше глыбы, тѣмъ длиннѣе и положе дѣлаются эти клинья.

Только послѣ выработки этихъ утесовъ приступили къ устройству настоящихъ каменоломенъ, гдѣ гранитъ добывается разносами. Для успѣха и экономической выгоды всего предпріятія, мѣсто ломокъ должно быть удобно расположено относительно дорогъ, гранитная полоса должна раздѣляться на отдѣльныя гряды, каждая изъ которыхъ состоитъ изъ плотной нетрещиноватой породы и добытыя глыбы должны легко отдѣляться отъ коренной породы.

Изъ германскихъ ломокъ славятся гранитныя ломки въ лѣсистыхъ горахъ въ средней Германіи. Въ сѣверной Германіи употребляется масса шведскаго гранита. Большой извѣстностью пользуются финляндскія ломки, доставившія монолиты огромной величины для различныхъ зданій и памятниковъ въ Петербургѣ. Александровская колонна въ Петербургѣ длиною въ 30 метр. сдѣлана изъ цѣлаго куска гранита. Колонны, украшающія порталъ Исаакіевскаго собора также сдѣланы изъ одного куска каждая и заслуживаютъ неменьшаго удивленія, чѣмъ обелиски древняго Египта, часто уступающіе имъ по своимъ размѣрамъ.

Какъ примѣръ добычи гранита, мы приведемъ здѣсь обширныя ломки этого камня близъ Лаузитца въ Саксоніи. Каменоломни тянутся здѣсь по всему королевству переходятъ въ прусскую провинцію Саксонію и доходятъ къ сѣверу до города Кёнигсгайнъ. Добыча гранита началась здѣсь ломкою отдѣльныхъ скалъ, возвышающихся на склонахъ главнаго хребта и уже въ то время гранитныя плиты изъ Лаузитца сплавлялись по Эльбѣ въ сѣверную Германію. Около 1830 года были заложены первыя большія каменоломни и, начиная съ этого времени, добыча гранита все болѣе и болѣе растетъ подъ вліяніемъ большого спроса на него для построекъ Дрездена и для городскихъ мостовыхъ. Вмѣстѣ съ гранитомъ добывается діабазъ (въ техникѣ получившій неправильное названіе сіенита), который также шлифуется и идетъ на устройство цоколей зданій, памятниковъ, бассейновъ и другихъ сооруженій. На мѣстѣ ломокъ были основаны обширныя фабрики для шлифовки и отдѣлки добытаго матеріала и въ настоящее время фабрики эти получили столь большую извѣстность, что на нихъ обдѣлываются каменныя глыбы, добытыя въ другихъ мѣстахъ. Особенно много привозится для обдѣлки шведскаго діабаза, получившаго названіе чернаго шведскаго гранита. Шведскій гранитъ хорошо принимаетъ политуру, обладаетъ ровной черной окраской, на которой хорошо выдѣляются золотыя надписи и украшенія, почему этотъ матеріалъ и пользуется большимъ сбытомъ, особенно для памятниковъ и могильныхъ плитъ.

Ломка гранита въ Лаузитцѣ начинается уборкой верхняго вывѣтрѣлаго слоя, который частью поступаетъ въ продажу, какъ хорошій матеріалъ для балласта желѣзнодорожнаго полотна. Отъ обнаженныхъ скалъ плотнаго гранита отдѣляются помощью длинныхъ клиньевъ, загоняемыхъ въ расположенные рядами шпуры, глыбы большой или меньшей величины, которыя и отправляются на фабрику для обдѣлки. Иногда, для добычи менѣе цѣннаго матеріала, при которомъ не имѣетъ значенія образованіе трещинъ, примѣняютъ порохострѣльную работу, для чего шпуры заряжаютъ обыкновеннымъ порохомъ и производятъ взрывъ. Въ большихъ каменоломняхъ собираютъ и всю остающуюся при добычѣ мелочь, которая идетъ для мощенія дорогъ.

Добычей и обдѣлкой гранита въ Лаузитцѣ заняты въ настоящее время до 5000 рабочихъ, къ которымъ слѣдуетъ прибавить до 1400 челов., занятыхъ ломкою и обдѣлкою упомянутаго діабаза, жилы котораго во многихъ мѣстахъ прорѣзываютъ гранитную гряду. Гранитъ изъ Лаузитца отпра-

вляется массами въ Дрезденъ, Лейпцигъ, Гамбургъ и доходитъ даже до Любека. Сбыту мѣстнаго гранита въ сѣверную Германію мѣшаетъ сильная конкурренція со стороны шведскихъ каменоломенъ, доставляющихъ сюда свой гранитъ болѣе дешевымъ воднымъ путемъ. Несмотря на эту конкурренцію изъ ломокъ Лаузитца, кромѣ отправки на лошадяхъ по ближайшимъ окрестностямъ, было отправлено въ 1894 году до 12 600 вагоновъ гранита въ болѣе отдаленныя мѣстности.

Вслѣдствіе вывѣтриванія гранита въ низкихъ и болотистыхъ мѣстахъ въ окрестностяхъ Лаузитца образовались значительныя залежи каолина, достигающія мѣстами 25 метровъ мощности. Добытый каолинъ отмучивается и поступаетъ на фарфоровыя и писчебумажныя фабрики.

Уже съ давнихъ временъ славятся своимъ красивымъ мѣстоположеніемъ гранитныя ломки на горѣ Рохлитцъ въ Саксоніи. Гора возвышается надъ котловиной, расположенной у ея подножія. Вершина горы покрыта густой растительностью, легко доступна и съ нея открывается чудный видъ на окружающія Рудныя горы и прилегающую къ нимъ равнину.

Изъ ломокъ горы Рохлитцъ добывается уже въ теченіе 8—9 столѣтій порфировый туфъ, красноватаго цвѣта, получившій въ промышленности названіе рохлитцкаго камня или рохлитцкаго порфира и песчаника. Легкая обрабатываемость, въ свѣжемъ состояніи, способность хорошо сопротивляться разрушающему дѣйствію атмосферныхъ агентовъ и красивая окраска обезпечиваютъ рохлитцкому порфиру хорошій, хотя и колеблющійся, сбытъ, не уменьшающійся и въ настоящее время, несмотря на сильную конкурренцію со стороны песчаника, изъ Саксонской Швейцаріи и искусственныхъ камней изъ цемента.

Рохлитцкій порфиръ мы встрѣчаемъ уже въ построенныхъ въ 10 вѣкѣ церквахъ и замкахъ Дёббельна и Глухау. Наибольшей же извѣстностью пользуются воздвигнутые изъ этого камня колонны, порталъ и алтарь капеллы замка Вексельбургъ, постройка которой относится ко второй половинѣ 12-го вѣка. Въ настоящее время рохлитцкій камень доставляется въ большомъ количествѣ не только въ ближайшіе города, но въ Лейпцигъ, Хемнитцъ, Берлинъ, Гамбургъ и служитъ матеріаломъ для украшеній на фасадахъ зданій, для оконъ, дверей и для лѣстничныхъ ступеней.

Ломка камня производится на широкой вершинѣ горы. Такъ какъ камень съ поверхности покрытъ мощнымъ слоемъ вывѣтрѣлаго матеріала, уборка котораго сопряжена съ значительнымъ расходомъ, то разработки распространяются, главнѣйше, въ глубь горы и ломки представляютъ собою не широкія котловины, глубиною до 30, а мѣстами до 50 метровъ, окруженныя совершенно отвѣсными стѣнами.

Въ камнѣ почти отсутствуютъ трещины и добыча ведется уступами. Сначала на приличномъ въ зависимости отъ желаемыхъ размѣровъ куска разстояніи дѣлается кольцевой врубъ, шириною отъ 10 до 30 см., что зависитъ отъ его глубины; отъ этого вруба по радіусамъ кольца дѣлаются врубы, отдѣляющіе другъ отъ друга отдѣльные камни. Далѣе въ почвѣ проводятъ горизонтальные шпуры, загоняютъ въ нихъ клинья и такимъ образомъ отдѣляютъ камень, окруженный врубами отъ почвы. Отдѣленная глыба поднимается краномъ на поверхность и поступаетъ въ мастерскую для обдѣлки. Камень не полируется, за то легко шлифуется пескомъ, причемъ тутъ же кускамъ придается надлежащая форма, они пригоняются другъ къ другу, нумеруются и въ такомъ видѣ отправляются къ мѣсту назначенія.

Кромѣ значительнаго количества камня, отправляемаго на лошадяхъ въ ближайшія окрестности, въ 1895 году было отправлено около 230 вагоновъ въ отдаленнѣйшія мѣста Германіи. Въ названное время находились въ дѣйствіи 8 каменоломенъ на которыхъ было занято 130 человѣкъ рабочихъ.

Подобныя же ломки порфироваго туфа, залегающаго среди краснаго песчаника пермской системы, находятся близъ деревни Гильберсдорфъ въ окрестностяхъ Хемнитца. По своимъ свойствамъ здѣшній порфиръ значительно уступаетъ рохлитцкому, почему и пользуется меньшимъ сбытомъ.

Къ числу камней, служащихъ для украшенія внутренности зданій и для выдѣлки предметовъ роскоши и домашней утвари, относятся также змѣевикъ, представляющій водный силикатъ магнезіи. Современная геологія приписываетъ образованіе змѣевика метаморфизаціи безводныхъ силикатовъ магнезіи: оливина, роговообманковыхъ и авгитовыхъ породъ. Въ змѣевикѣ содержится часто какъ обломки названныхъ породъ, такъ и другіе минералы, какъ напримѣръ, пиропъ — вишнево-красный гранатъ и магнитный желѣзнякъ. Змѣевикъ бываетъ обыкновенно зеленаго, иногда бураго цвѣта съ темною побѣжалостью и темными же прожилками, легко обдѣлывается стальными инструментами, обтачивается на станкахъ и хорошо принимаетъ политуру.

Издѣлія изъ змѣевика приготовляются, главнѣйше, въ Цёблитцѣ, въ Саксоніи и только временно конкуррентомъ Цёблитца въ этомъ отношеніи выступили Вальдгеймъ и Эпиналь въ Вогезахъ. Добыча змѣевика въ Цёблитцѣ, гдѣ онъ встрѣчается въ видѣ залежи въ гнейсахъ, имѣющей до 3 километровъ въ длину и до 20 метровъ мощности, началась, хотя и въ небольшомъ количествѣ, уже съ 15-го столѣтія. Только съ установомъ перваго токарнаго станка, что имѣло мѣсто въ 16 столѣтіи и съ началомъ изготовленія въ большихъ размѣрахъ ложекъ, чашекъ, шаровъ и грѣлокъ изъ змѣевика добыча послѣдняго начала вестись въ обширныхъ размѣрахъ. При курфюрстѣ Августѣ Саксонскомъ и, особенно, при любившемъ пышность его сынѣ Христіанѣ I стали готовиться пластины изъ змѣевика для стѣнъ, для половъ, большіе кубки, покрышки для столовъ, колонны и т. п. украшенія, выдѣлка которыхъ значительно повысила добычу змѣевика. Въ Цёблитцѣ образовался особый цехъ токарей изъ змѣевика, во главѣ котораго былъ поставленъ инспекторъ цеха и большинство жителей этого города занялись изготовленіемъ и продажей издѣлій изъ змѣевика.

Въ 17 столѣтіи наступилъ періодъ упадка змѣевиковой промышленности, частію вслѣдствіе перепроизводства, частію вслѣдствіе отсутствія спроса на издѣлія извнѣ и наступившаго въ это время застоя во внутренней жизни страны. Періодъ упадка продолжался до конца этого столѣтія, когда добыча змѣевика снова поднялась и изъ него начали готовить табакерки, чайники, кофейники, подсвѣчники и другіе предметы, находившіе въ то время большой сбытъ. Къ этому присоединился еще значительный спросъ на змѣевикъ, какъ на матеріалъ для украшенія предпринятыхъ въ царствованіе курфюрста Августа Сильнаго и его преемника большихъ построекъ въ Дрезденѣ.

Но уже съ половины 18 столѣтія наступилъ снова и на этотъ разъ на долгое время періодъ застоя, вызванный послѣдствіями 30-лѣтней войны, тяжело отразившимися на всей Германіи, а равно и новымъ конкуррентомъ, который встрѣтили издѣлія изъ змѣевика въ лицѣ произведеній фарфоровой промышленности. Періодъ застоя лишь изрѣдка прерывался кратковременнымъ оживленіемъ. Все это привело къ окончательному упадку союза токарей и всѣ его дѣла перешли въ 1860 году въ руки акціонерной компаніи, захватившей разработку всѣхъ существующихъ въ Цёблитцѣ ломокъ змѣевика. Однако и этой компаніи пришлось переживать трудныя минуты. Выдѣлка предметовъ должна обладать большою приспособляемостью къ измѣнчивымъ требованіямъ моды и промышленности. Компаніи приходилось поэтому заниматься изготовленіемъ то надгробныхъ плитъ, то мозаичныхъ досокъ для столовъ, то изоляторовъ для электрической промышленности, такъ какъ именно эти предметы находили себѣ наибольшій сбытъ. Особенно большимъ распространеніемъ пользуются вазы и чаши изъ змѣевика съ бронзовыми украше-

ніями и ихъ готовятъ теперь во множествѣ на фабрикахъ Цёблитца. Среднимъ числомъ на фабрикахъ заняты за послѣднее время около 150 рабочихъ, причемъ кромѣ водяного двигателя въ 10—12 силъ въ распоряженіи мастерскихъ имѣется еще 20-ти сильная паровая машина.

Соединенія фосфорной кислоты добываются за послѣднее время въ большомъ количествѣ и служатъ хорошимъ удобреніемъ въ сельскомъ хозяйствѣ. Наиболѣе важнымъ изъ естественныхъ соединеній фосфорной кислоты являются; апатитъ, фосфоритъ, гуано и гуано-фосфаты. Всѣ поименованныя соединенія содержатъ нерастворимую фосфорную кислоту, почему всѣ онѣ обрабатываются сѣрной кислотой. Получающіеся при такой обработкѣ суперфосфаты содержатъ растворимыя фосфорнокислыя соли и, несмотря на значительно большую свою стоимость, находятъ себѣ все большій и большій сбытъ за счетъ сокращенія сбыта сырыхъ продуктовъ.

Апатитъ представляетъ по составу двойную соль фосфорнокислаго и хлористаго или фтористаго кальція: кристаллизуется въ видѣ гексагональныхъ призмъ, окрашенныхъ въ свѣтло-желтый цвѣтъ. Апатитъ встрѣчается въ большихъ количествахъ въ Норвегіи и въ Испаніи (провинція Эстремадура), гдѣ онъ и добывается подземными работами. Землистая разновидность апатита въ смѣси съ углекислой известью, глиной и окислами желѣза, окрашенная въ буровато-желтый цвѣтъ, носитъ названіе фосфоритовъ и встрѣчается въ видѣ залежей въ известнякахъ или въ видѣ отдѣльныхъ желваковъ среди болѣе новыхъ осадочныхъ породъ. Значительныя залежи фосфорита встрѣчаются въ бывшемъ герцогствѣ Нассаускомъ и на полуостровѣ Флоридѣ въ Сѣверной Америкѣ. Во Флоридѣ кромѣ залежей твердаго фосфорита встрѣчаются также розсыпи фосфоритовъ, разрабатываемыя помощью драгъ.

Гуано по составу представляетъ собою смѣсь фосфорнокислой извести съ различными солями азотной кислоты, присутствіемъ которыхъ и обусловливаются превосходныя качества гуано, какъ удобренія. Отложенія гуано занимаютъ огромныя площади въ бездождной полосѣ Южной Америки и на прибрежныхъ островахъ Тихаго океана. Залежи гуано образовались изъ остатковъ пищи и отбросовъ морскихъ птицъ. Особенно славятся своими залежами прибрежная полоса Перу и Айландскіе острова, гдѣ мощность залежей доходитъ нерѣдко до 10 метровъ. Перуанскія залежи гуано въ настоящее время уже вырабатываются и центръ добычи этого продукта переносится постепенно на нѣкоторые острова Полинезіи. Вывозъ гуано въ Европу доходилъ въ нѣкоторые года до 200 000 тоннъ. Въ составѣ перуанскаго гуано содержится среднимъ числомъ 10—20% воды, 55—65% амміачныхъ солей, около 17—19% азота, 7—12% фосфорной кислоты, 3—10% щелочей и около 22—35% золы.

Въ странахъ, богатыхъ атмосферными осадками, растворимыя составныя части гуано выщелачиваются водою и остается такъ называемый гуанофосфоритъ, состоящій, главнѣйше, изъ нерастворимыхъ въ водѣ солей извести отъ фосфорной кислоты. Гуанофосфоритъ идетъ на приготовленіе суперфосфатовъ, но цѣнится гораздо дешевле, чѣмъ настоящее гуано. Добыча гуанофосфоритовъ сосредоточивается на нѣкоторыхъ островахъ Тихаго океана, а также и въ мѣсторожденіи Мейлонессъ на берегу Перу.

Гипсъ принадлежитъ къ числу простыхъ горныхъ породъ. По составу онъ представляетъ собою сѣрнокислый кальцій съ содержаніемъ воды около 21%. Гипсъ образуетъ мощныя залежи, которыми богаты, напримѣръ, цехштейновыя отложенія южнаго склона Гарца, раковинный известнякъ и кейперъ Тюрингіи и нижне третичныя отложенія Монмартра въ окрестностяхъ Парижа. Гипсъ бываетъ прозраченъ или окрашенъ въ различные оттѣнки бѣлаго, желтаго и розоваго цвѣта. Обыкновенно гипсъ встрѣчается въ видѣ

массъ крупно или мелкозернистаго строенія, хотя попадаются кристаллы гипса, обладающіе весьма совершенною спайностью по одному направленію, а потому легко дающіе прозрачныя пластины, называемыя гипсовымъ или дамскимъ стекломъ; иногда попадается и жилковатый гипсъ, называемый селенитомъ. Бѣлыя и чистыя разновидности гипса идутъ на приготовленіе алебастра, изъ котораго дѣлаются различныя украшенія, статуэтки и т. п. предметы. Издѣлія изъ алебастра хорошо полируются, но вслѣдствіе малой твердости быстро теряютъ свой красивый видъ. Малою твердостью и неспособностью реагировать съ кислотами гипсъ отличается отъ известняковъ и мрамора.

Гипсъ, сравнительно, легко растворяется въ водѣ (при обыкновенной температурѣ и давленіи 1 часть гипса растворяется въ 420 частяхъ воды), благодаря чему подземныя воды мало по малу растворяютъ встрѣчаемыя ими залежи гипса. Вслѣдствіе этого образуются обширныя пещеры, подобныя тѣмъ, которыя во множествѣ встрѣчены при разработкѣ мѣдистыхъ сланцевъ въ Мансфельдѣ и были нами описаны въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ настоящей книги. Обрушенія кровли такихъ пещеръ отражаются на поверхности землетрясеніями и образованіемъ воронокъ.

Въ сыромъ видѣ гипсъ рѣдко примѣняется для построекъ. Обыкновенно въ дѣло идетъ обожженный гипсъ, называемый гипсовой известью. Обжигъ гипса производится въ особо устроенныхъ печахъ. Если температура обжига не превышаетъ 90—100°, то гипсъ теряетъ около половины всей содержащейся въ немъ воды. Будучи размолотъ въ порошокъ такой гипсъ жадно поглощаетъ воду и даетъ съ ней тѣсто, быстро твердѣющее на воздухѣ. Послѣ обжига при температурѣ выше 200° получается гипсъ, плохо соединяющійся съ водою, какъ говорятъ, гипсъ, обожженный на мертво. Если вести обжигъ при еще болѣе высокой температурѣ (около 400°), то гипсъ вновь получаетъ способность соединяться, хотя и крайне медленно, съ водою, образуя съ нею весьма твердую массу.

Примѣненіе гипсоваго раствора при постройкѣ зданій началось уже давно и на этомъ именно цементѣ построены знаменитыя съ глубокой древности пирамиды въ Египтѣ. Далѣе гипсъ примѣняется и до настоящаго времени для штукатурки стѣнъ, потолка, для устройства половъ и для приготовленія бетона. Особенно развито примѣненіе гипса для отливки и формовки различныхъ издѣлій и для удобренія.

Наиболѣе твердые изъ минераловъ, примѣняемыхъ въ шлифовальномъ дѣлѣ, принадлежатъ къ числу драгоцѣнныхъ камней и о нихъ будетъ сказано ниже, здѣсь же мы укажемъ только, что чаще всего для этой цѣли служатъ алмазъ, корундъ (наждакъ), нѣкоторыя разновидности граната и кварца.

Для полировки мягкихъ предметовъ служитъ пемза, представляющая собою вулканическое стекло, содержавшее во время своего остыванья массу газовъ, а потому и затвердѣвшее въ видѣ пѣны со множествомъ поръ. Удѣльный вѣсъ пемзы колеблется въ предѣлахъ 0,4 — 0,9, вслѣдствіе чего пемза плаваетъ въ водѣ. Важнѣйшія мѣсторожденія пемзы находятся на Липарскихъ островахъ, лежащихъ на соединительной линіи между Этною и Везувіемъ и обладающихъ множествомъ потухшихъ вулкановъ, среди которыхъ вулканъ Стромболи дѣйствуетъ и понынѣ. На островѣ Липари, самомъ большомъ изъ острововъ этой группы, добывается ежегодно около 5000 тоннъ пемзы, для чего жители проводятъ открытыя канавы и штольни по склонамъ горъ и выбираютъ залегающіе среди другихъ продуктовъ изверженія куски пемзы. Цѣна пемзы зависитъ отъ ея сложенія и колеблется въ предѣлахъ отъ 10 до 900 лиръ за тонну (около 8 — 7200 марокъ), а наиболѣе тонкіе и однородные куски цѣнятся и дороже. Съ Липарскихъ острововъ пемза развозится повсюду и примѣняется для полировки метал-

ловъ, дерева, мягкихъ камней и т. п. Изъ пемзы готовятъ бумагу и полотно. Въ промышленныхъ районахъ, какъ напримѣръ въ Рейнской Пруссіи грубые сорта пемзы идутъ на постройку зданій. Въ новѣйшее время добычу пемзы стали вести на островѣ Тенерифѣ — одномъ изъ Канарскихъ острововъ.

Изъ другихъ вулканическихъ породъ упомянемъ здѣсь о добычѣ жерновокаменной лавы на берегахъ Лаахерскаго озера. Лава въ этой мѣстности образуетъ мощный покровъ, прикрытый сверху отложеніями вулканическихъ туфовъ. Лава образуетъ столбчатыя отдѣльности, почему она легко добывается. По своей способности легко обдѣлываться тотчасъ же послѣ добычи и быстро твердѣть при доступѣ воздуха, а равно и по способности оставаться шероховатою послѣ шлифовки, мѣстная лава представляетъ прекрасный матеріалъ для выдѣлки жернововъ и примѣненіе ея для этой цѣли началось еще во времена доисторическія. Добыча лавы ведется небольшими шахтами, причемъ добываются куски опредѣленной величины, сообразованной съ величиною жернововъ или послѣдніе составляются изъ отдѣльныхъ кусковъ, связанныхъ желѣзными полосами.

Инфузорной землей, кизельгуромъ или горной мукой называется порода, состоящая изъ скопленія раковинъ мельчайшихъ животныхъ, являющаяся то рыхлою, какъ песокъ, то связанною различными цементирующими веществами на подобіе мѣла. Въ чистомъ состояніи инфузорная земля — бѣлаго цвѣта. Примѣсь глины окрашиваетъ ее въ различные оттѣнки сѣраго и желтаго цвѣта. Скопленія инфузорной земли образуютъ мѣстами залежи въ нѣсколько метровъ мощностью. Изъ такихъ залежей наибольшей извѣстностью пользуются залежи въ Оберроэ близъ Лаахерскаго озера, въ Птичьихъ горахъ и другихъ мѣстахъ Германіи.

Примѣненіе инфузорной земли въ техникѣ основано главнѣйше на ея пористости, что дѣлаетъ ее дурнымъ проводникомъ тепла и способности жадно впитывать въ себя влагу. На этомъ послѣднемъ свойствѣ основано примѣненіе инфузорной земли для приготовленія динамита, примѣненіе ея какъ матеріала для упаковки опасныхъ жидкостей при ихъ перевозкѣ, для приготовленія порошка противъ филоксеры, состоящаго изъ инфузорной земли, пропитанной сѣроводородомъ и т. п. Какъ дурной проводникъ тепла, инфузорная земля часто примѣняется для уединенія паропроводовъ. Вслѣдствіе значительной твердости инфузорной земли изъ нея готовится порошокъ для полировки металловъ и др. матеріаловъ.

Слюда, являющаяся одною изъ главныхъ составныхъ частей весьма многихъ горныхъ породъ, находитъ себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ въ видѣ пластинъ или въ видѣ порошка. Пластины слюды цѣнятся гораздо дороже, нежели слюда въ порошкѣ, почему особенно цѣнными являются тѣ мѣсторожденія слюды, въ которыхъ этотъ минералъ является въ видѣ большихъ кристалловъ. Такими мѣсторожденіями славится Канада, гдѣ былъ добытъ кристаллъ слюды вѣсомъ въ 140 киллогр., давшій слюды въ видѣ пластинъ на сумму около 10 000 марокъ.

Обширное примѣненіе слюды въ техникѣ основано на ея прозрачности, спайности, благодаря которой легко получаются тончайшіе листочки слюды, гибкости и способности хорошо сопротивляться, дѣйствію высокой температуры и наконецъ дурной проводимости слюды для электричества.

Слюда добывается въ значительномъ количествѣ въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки (шт. Сѣверн. Каролина и Нью Гемпшейръ) въ Канадѣ (провинція Квебекъ) и Остъ-Индіи. Значительно меньше слюды добывается въ Норвегіи и Сибири. Различаютъ три разновидности слюды: каліевая слюда (мусковитъ) магнезіальная — желтая слюда и біотитъ или бурая магнезіальная слюда. Большіе кристаллы слюды содержатся въ крупно,

зернистомъ гранитѣ (пегматитъ или исполиновый гранитъ), образующемъ жилы среди толщи другихъ мелкозернистыхъ породъ. Слюдяныя копи Канады достигли въ настоящее время глубины 60, а Новой Каролины 120 метровъ. Порода, содержащая слюду, добывается порохострѣльной работой, причемъ стараются по возможности щадить кристаллы слюды. Добытая порода доставляется на поверхность. Здѣсь изъ нея выбираютъ слюду, расщепливаютъ на пластины въ 0,25 и 0,025 мм. толщиною и пластины обрѣзываютъ по шаблону. При этомъ только 5—10% слюды получается въ видѣ пластинъ, вся же остальная масса слюды остается въ обрѣзкахъ, измельчается и поступаетъ въ продажу въ видѣ слюдяной муки. Измельченіе слюды сильно затрудняется значительной ея вязкостью и производится подъ бѣгунами съ прибавленіемъ воды. Слюда въ порошкѣ стоитъ около 50 пфениговъ за килограммъ и примѣняется какъ порошокъ при вытравливаніи стекла, какъ примѣсь для смазки частей машинъ, подвергающихся сильному изнашиванію и для приготовленія изоляторовъ электрическихъ проводниковъ и т. п. Далѣе слюда употребляется для украшенія, какъ пудра для волосъ, въ писчебумажномъ производствѣ, при приготовленіи глянцевитой бумаги и для другихъ цѣлей. Слюда въ видѣ пластинъ употребляется для задѣлки отверстій въ металлургическихъ печахъ, оставляемыхъ для наблюденія за ходомъ плавки, вмѣсто стеколъ въ фонаряхъ, какъ изоляторъ въ электротехникѣ и т. под.

Въ 1894 году въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки было добыто слюды въ видѣ пластинъ около 5000 килогр. по 2 доллара и 20 центовъ за каждый и около 400 000 килогр. слюды въ порошкѣ по 85 центовъ за килограммъ. Въ томъ же году на рудникахъ Канады было добыто слюды на 150 000 долларовъ.

Асбестъ находитъ себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ, благодаря своей огнеупорности, способности давать тончайшее волокно и способности хорошо сопротивляться дѣйствію кислотъ. При сильномъ и продолжительномъ накаливаніи асбестъ становится пористымъ и легко измельчается въ порошокъ, находящій себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ. Огнеупорность асбеста извѣстна уже давно и асбестовыя ткани примѣнялись еще древними римлянами для приготовленія покрывалъ, въ которыхъ сожигались тѣла умершихъ знатныхъ гражданъ.

Подъ общимъ именемъ асбеста въ техникѣ понимается два различныхъ минерала: аміантъ или роговообманковый асбестъ, представляющій, по составу, безводный силикатъ магнезіи и хризотилъ или змѣевиковый асбестъ, отличающійся отъ перваго значительнымъ содержаніемъ воды.

Аміантъ, встрѣчающійся близъ Сандріо въ Верхней Италіи и близъ Лонграштейна въ Гаштейнской долинѣ въ Тиролѣ, отличается отъ хризотила способностью хорошо противостоять дѣйствію кислотъ. Мѣсторожденія хризотила находятся близъ Монреаля въ Канадѣ, гдѣ добывается ежегодно до 100 000 т. этого минерала. Въ противоположность аміанту хризотилъ плохо сопротивляется дѣйствію кислотъ, зато его волокна отличаются значительно большей длиною и эластичностью, чѣмъ волокна аміанта. Цѣна асбеста колеблется въ зависимости отъ длины, блеска и эластичности волоконъ и въ 1893 году тонна лучшаго асбеста стоила около 500 марокъ. Слѣдуетъ замѣтить, что обыкновенно на 1 тонну горнаго асбеста приходится добывать около 100 тоннъ негодной породы, такъ какъ волокнистый и годный для издѣлій асбестъ образуетъ обыкновенно небольшія включенія среди толщи хлоритоваго сланца и змѣевика.

Асбестъ съ длинными волокнами обрабатывается отдѣльно отъ асбеста съ короткимъ волокномъ. Первый подвергается сначала дробленію подъ бѣгунами, послѣ чего поступаетъ на рѣшета съ отверстіями въ 2 кв. сан-

тиметра, на которыхъ остаются волокна, поступающія на приготовленіе тканей, а проваливающаяся черезъ отверстія рѣшета мелочь идетъ на приготовленіе асбестоваго картона. Коротко волокнистый асбестъ дробится въ толчеяхъ; муть изъ подъ толчей поступаетъ на наклонные желоба, въ которыхъ садятся волокна асбеста, а получающаяся при толченіи пыль сносится водою въ особые освѣтительные бассейны. Примѣси къ асбесту обыкновенно остаются неизмельченными въ толчейномъ корытѣ, которое время отъ времени очищается отъ нихъ.

Длинныя волокна асбеста обрабатываются подобно волокнамъ шерсти и хлопчатой бумаги на чесальныхъ машинахъ, ворсовочныхъ валькахъ и на ткацкихъ станкахъ, причемъ получается асбестовая пряжа, асбестовые канаты и веревки.

Изъ тончайшихъ волоконъ асбеста приготовляются тонкія ткани и даже кружева. Асбестовый шламъ и мелкія волокна идутъ на приготовленіе картона въ машинахъ, совершенно сходныхъ съ тѣми, которыя примѣняются для приготовленія картона изъ бумажной массы, причемъ къ асбесту прибавляютъ болѣе или менѣе значительное количество фуксоваго стекла. Послѣ съемки листовъ они прессуются въ гидравлическихъ прессахъ, причемъ между отдѣльными листами прокладываютъ тонкую сѣтку изъ мѣдной проволоки, послѣ чего листы высушиваются въ особыхъ камерахъ. Въ зависимости отъ количества прибавленнаго стекла получается картонъ, похожій или на обыкновенный бумажный картонъ, или на металлическія пластины, идущій на приготовленіе прокладочныхъ колецъ. Асбестовыя ткани идутъ для театральныхъ декорацій, для костюмовъ рабочихъ, работающихъ въ сильномъ жару, а ткани изъ роговообманковаго асбеста идутъ на приготовленіе костюмовъ рабочихъ на химическихъ заводахъ, такъ какъ эти ткани хорошо сопротивляются дѣйствію кислотъ. Вслѣдствіе дурной проводимости тепла и электричества, асбестъ примѣняется для обивки паропроводныхъ трубъ, для окраски сальниковъ цилиндровъ паровыхъ машинъ, и какъ изоляторъ для электрическихъ проводовъ. Въ послѣднее время цѣна асбеста значительно упала, вслѣдствіе открытія большихъ залежей этого минерала въ Новой Зеландіи и теперь цѣна асбеста составляетъ всего 30 пфениговъ.

Для приготовленія фарфоровыхъ издѣлій въ значительномъ количествѣ добываются калієвый и натровый полевые шпаты. Мѣсторожденія этихъ минераловъ встрѣчаются въ изобиліи въ Сѣверной Америкѣ въ штатахъ: Нью-Джерсей, Огейо, въ Норвегіи, Богеміи и другихъ мѣстахъ, гдѣ ведется обширная добыча этихъ минераловъ по цѣнѣ отъ 10 до 20 марокъ за тонну. Выдѣленія полевого шпата заключаются здѣсь въ трещинахъ исполиноваго гранита и разрабатываются обыкновенно разносами, хотя въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Сѣверной Америки ведутся и подземныя работы для добычи жилъ полевого шпата, кварца, слюды и корунда, залегающихъ въ гранитѣ.

Въ настоящее время ведется въ обширныхъ размѣрахъ добыча магнезита (углекислый магній), близъ Франкенштейна въ Силезіи, Крубшитца въ Моравіи, во многихъ мѣстахъ въ Штейермаркѣ, въ Снаррумѣ въ Норвегіи и въ другихъ мѣстахъ. Получающаяся обжигомъ магнита окись магнія отличается большой огнеупорностью и плавится только въ пламени гремучаго газа. По причинѣ такой огнеупорности магнезія находитъ себѣ обширное примѣненіе для приготовленія огнеупорныхъ тиглей, кирпичей, для приготовленія такъ называемой основной набойки для многихъ металлургическихъ процессовъ, среди которыхъ большимъ распространеніемъ пользуется процессъ Томаса Джилькриста полученія основной стали. Магнезитъ служитъ такъ же, какъ сырой матеріалъ, для полученія металлическаго магнія и различныхъ его соединеній.

Къ числу рѣдкихъ минераловъ, встрѣчающихся въ рудныхъ жилахъ, въ качествѣ спутника рудъ относится тяжелый шпатъ, плавиковый и стронціанитъ. Тяжелый шпатъ, получившій свое названіе по значительному удѣльному вѣсу (нѣсколько больше 4-хъ), встрѣчается въ видѣ прозрачныхъ кристалловъ ромбической системы. Во многихъ мѣстахъ, какъ напримѣръ въ Рӧнѣ близъ Заальфельда, въ Зангергаузенѣ и Швейнѣ въ Тюрингіи въ департаментѣ Арьеры во Франціи, въ штатахъ Виргиніи и Миссури въ Сѣв. Америкѣ и во многихъ другихъ мѣстахъ встрѣчаются жилы тяжелаго шпата до 3 метровъ мощности. Близъ Флеруса въ Бельгіи имѣется залежь тяжелаго шпата въ 10 метр. мощности, а одна изъ залежей того же минерала въ Вестфаліи достигаетъ до 30 метровъ.

Въ прежнія времена, когда химія питательныхъ веществъ была еще въ зачаткѣ, тяжелый шпатъ былъ настоящимъ проклятіемъ человѣчества, такъ какъ огромныя массы его подмѣшивались къ мукѣ для приданія ей большаго вѣса. Эти времена уже прошли и теперь почти весь добываемый тяжелый шпатъ идетъ на приготовленіе бѣлой краски, которая очень цѣнится въ техникѣ за свою неизмѣняемость. Значительное количество тяжелаго шпата употребляется также какъ примѣсь къ ультрамарину, который въ чистомъ видѣ является почти чернымъ.

Изъ тяжелаго шпата готовится растворимый въ водѣ хлористый барій, который, въ свою очередь служитъ исходнымъ продуктомъ для полученія весьма многихъ важныхъ въ техническомъ отношеніи соединеній барія. Изъ числа этихъ послѣднихъ мы назовемъ: болонскій шпатъ, представляющій по составу сѣрнистый барій и отличающійся способностью свѣтиться въ темнотѣ, послѣ того какъ онъ въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ подвергался дѣйствію солнечнаго свѣта; азотнокислый баритъ находитъ примѣненіе при приготовленіи бенгальскихъ огней за свою способность окрашивать пламя зеленымъ цвѣтомъ. Перекись барія примѣняется для полученія кислорода изъ воздуха и для приготовленія перекиси водорода. Наконецъ баритовая зелень и охра цѣнятся, какъ хорошія минеральныя краски.

Плавиковый шпатъ, представляющій по составу фтористый кальцій, является однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ естественныхъ соединеній фтора и встрѣчается въ видѣ кубовъ, отличающихся весьма совершенной спайностью по плоскостямъ октаэдра. Кристаллы плавиковаго шпата окрашены большею частью въ бѣлый цвѣтъ, хотя часто попадаются кристаллы, окрашенные въ синій, желтый, зеленый, фіолетовый и другіе цвѣта. Прозрачные и имѣющіе красивую окраску кристаллы цѣнятся какъ драгоцѣнные камни второго класса. Плавиковый шпатъ встрѣчается какъ спутникъ различныхъ рудъ и иногда какъ главная составная часть нѣкоторыхъ жилъ, къ числу которыхъ относятся извѣстныя жилы близъ Нейдорфа на Гарцѣ, и Шенбрунна въ Саксоніи. Въ обоихъ названныхъ мѣстахъ ведется добыча плавиковаго шпата, идущаго на приготовленіе плавиковой кислоты и различныхъ ея соединеній и какъ флюсъ, облегающій плавку различныхъ трудноплавкихъ рудъ. Цѣна плавиковаго шпата колеблется въ зависимости отъ его чистоты отъ 100—150 марокъ за тонну.

Стронціанитъ, получившій свое названіе по имени города Стронціана въ Шотландіи, гдѣ онъ былъ впервые найденъ, представляетъ по составу углекислую соль стронція. Стронціанитъ пользуется большимъ распространеніемъ въ природѣ, въ качествѣ спутника различныхъ рудъ, но въ сколько нибудь значительныхъ количествахъ онъ встрѣчается только въ окрестностяхъ города Гамма въ Вестфаліи, гдѣ залежи этого минерала находятся среди отложеній мѣловой системы. Первоначально стронціанитъ, какъ и его спутникъ целестинъ — по составу сѣрнокислый стронцій, примѣня-

лись исключительно для фейерверочнаго дѣла, гдѣ они цѣнились за свою способность окрашивать пламя въ красный цвѣтъ и добыча этихъ минераловъ велась въ крайне ограниченномъ количествѣ. Только съ 1871 года, когда появились первые сахарные заводы для полученія сахара изъ свекловицы — стронціанитъ нашелъ себѣ обширный сбытъ и его стоитъ добывать въ большомъ количествѣ. Въ 80 годахъ добычею стронціанита было занято около 1200 рабочихъ, добывавшихъ ежегодно до 30 000 двойныхъ центнеровъ этого минерала, поступавшаго въ продажу примѣрно по 20 марокъ за центнеръ. За послѣднее время добыча, однако, понизилась вслѣдствіе усиливавшагося ввоза стронціанита изъ Англіи и целестина изъ Сициліи, гдѣ этотъ минералъ добывается вмѣстѣ съ сѣрою.

Въ дѣлѣ приготовленія красокъ наряду съ искусственными играютъ большую роль естественныя краски, выработка которыхъ для продажи ограничивается размоломъ и очисткой получившагося порошка просѣиваніемъ и отмучиваніемъ въ водѣ.

Важнѣйшими изъ минеральныхъ красокъ являются: мѣлъ, бѣлая глина, талькъ и тяжелый шпатъ, дающіе бѣлую краску. Желѣзныя охры, представляющія по составу водную окись желѣза, даютъ желтую краску различныхъ оттѣнковъ, изъ которыхъ лучшею въ Германіи считается амбергская охра. Многія изъ охръ даютъ послѣ обжига краски желтовато-краснаго и темно-краснаго цвѣта. Глинистая окись желѣза, называемая въ минералогіи болусъ, даетъ краску кроваво-краснаго цвѣта. Часто встрѣчаются такъ же краски бураго цвѣта, каковы напримѣръ терра-сіенна, умбра и кельнская умбра или кассельская бурая краска. Зеленыя краски представляютъ собою глину, пропитанную различными солями закиси желѣза, или окиси мѣди. Изъ этихъ послѣднихъ особенно красивые оттѣнки даетъ малахитъ, представляющій по составу водную углекислую соль мѣди. Изъ синихъ красокъ наиболѣе распространенными являются мѣдная лазурь, близкая по составу съ малахитомъ и вивіанитъ — по составу водная фосфорнокислая соль желѣза. Лазуревый камень — силикатъ натрія и глинозема представляетъ большую рѣдкость вслѣдствіе малаго своего распространенія въ природѣ. Черныя краски изъ графита и глинистаго сланца пользуются большимъ распространеніемъ въ техникѣ.

Каменоломни для добычи строительныхъ матеріаловъ разсѣяны въ Россіи повсемѣстно. Наиболѣе значительныя изъ нихъ находятся въ Финляндіи, гдѣ производится въ обширныхъ размѣрахъ добыча гранита, о которой было уже говорено выше. Валуны финляндскаго гранита собираются въ значительномъ количествѣ и по берегамъ Финскаго залива въ Петербургской губерніи, гдѣ они употребляются въ качествѣ бутоваго камня при кладкѣ фундаментовъ. Далѣе ломка гранита и другихъ массивно кристаллическихъ породъ производится по выходамъ этихъ породъ въ южной и юго-восточной Россіи въ губерніяхъ: Херсонской, Екатеринославской, Полтавской, Кіевской, Черниговской, Каменецъ-Подольской, Волынской и другихъ мѣстахъ (см. геологическій очеркъ), на Уралѣ и на Кавказѣ, гдѣ производится также добыча вулканическихъ туфовъ. Всѣ эти ломки далеко не достигаютъ такихъ значительныхъ размѣровъ, какъ финляндскія и не имѣютъ столь большого значенія, какъ эти послѣднія.

Далѣе въ Россіи производится добыча песчаниковъ, известняковъ, глины, алебастра и другихъ строительныхъ матеріаловъ, причемъ нѣкоторые изъ нихъ, каковы напримѣръ шокшинскіе песчаники, пудожскій известнякъ и нѣкоторые другіе получили большую извѣстность и имѣютъ обширный районъ сбыта, успѣшно конкурируя съ мѣстнымъ матеріаломъ.

Благородная разность известняковъ — мраморъ — извѣстна у насъ на Уралѣ — въ окрестностяхъ Мраморскаго завода и другихъ мѣстахъ, въ Оло-

нецкой губерніи, въ Царствѣ Польскомъ и во многихъ другихъ мѣстностяхъ, но добыча этого ископаемаго даже на Уралѣ, гдѣ встрѣчаются мраморы довольно красивыхъ оттѣнковъ, въ Россіи, сравнительно, слаба.

Добыча огнеупорныхъ матеріаловъ производится въ Россіи во многихъ мѣстахъ, причемъ на Уралѣ ею занимаются, главнѣйше, мѣстные горные заводы, имѣющіе въ большинствѣ случаевъ собственные заводы для приготовленія огнеупорныхъ кирпичей, тиглей и т. п. предметовъ для потребностей завода.

Всего въ Россіи въ 1896 году было занято рабочихъ: 2035 на ломкахъ при добычѣ огнеупорныхъ матеріаловъ и 4067 челов. — на заводахъ для приготовленія огнеупорныхъ издѣлій, которыми было изготовлено 75 394 000 шт. кирпича и около 1 184 000 другихъ издѣлій и добыто 12 500 000 пуд. глины и около 4 130 000 пуд. кварца. Кромѣ того въ означенномъ году дѣйствовало 2036 каменоломенъ для добычи строительныхъ матеріаловъ, на которыхъ задалживалось около 25 000 челов. рабочихъ и добыто различныхъ матеріаловъ на сумму 2 640 000 рублей.

Изъ другихъ ископанныхъ, добыча которыхъ разсмотрѣна въ настоящемъ отдѣлѣ Отчетъ о состояніи горнозаводской промышленности, упоминаетъ еще о добычѣ асбеста въ казенныхъ дачахъ, Каменской и Монетной дачъ, на Уралѣ (всего въ 1896 году добыто 76 816 пудовъ), о добычѣ фосфоритовъ въ губерніяхъ Подольской, Костромской и Смоленской (около 230 000 п.) и фарфоровой глины въ губерніяхъ Волынской и Черниговской (всего добыто 372 000 пудовъ).

Драгоцѣнные камни.

Нахожденіе драгоцѣнныхъ камней въ природѣ, ихъ свойства и употребленіе.

Всѣ до сихъ поръ разсмотрѣнные минералы пользуются значительнымъ распространеніемъ въ природѣ и добываются исключительно для потребностей различныхъ отраслей промышленности, для удовлетворенія которыхъ они являются особенно пригодными по нѣкоторымъ своимъ свойствамъ. Добыча этихъ минераловъ имѣетъ исключительно въ виду матеріальныя потребности человѣка, хотя этимъ конечно не исключается, что нѣкоторые образчики этихъ минераловъ, отличающіеся красивымъ цвѣтомъ, величиною кристалловъ и правильностью ихъ образованія, или отличающіеся крайнею рѣдкостью своего нахожденія, получаютъ большое значеніе въ глазахъ коллекціонеровъ. И тотъ, кто разъ видѣлъ хорошо подобранную коллекцію минераловъ, убѣдится, что они по красотѣ своей окраски, богатству и разнообразію своихъ очертаній ничѣмъ не уступаютъ представителямъ животнаго и растительнаго царства, отличаясь отъ нихъ одною особенностью — почти неограниченною продолжительностью своего существованія и въ этой особенности минераловъ и кроется, быть можетъ, главная причина того, что коллекціонеры минералоги встрѣчаются особенно часто среди любителей естественныхъ наукъ. Коллекція минераловъ не требуетъ за собою никакого ухода кромѣ обтиранія пыли.

Благородные камни и камни для выдѣлки украшеній занимаютъ среди другихъ представителей минеральнаго царства совершенно особое мѣсто именно потому, что стоимость ихъ опредѣляется исключительно красотою и рѣдкостью нахожденія отдѣльныхъ образцовъ, хотя и здѣсь голосъ моды имѣетъ часто рѣшающее значеніе. По этой именно причинѣ цѣнность раз-

личныхъ драгоцѣнныхъ камней подвергается частымъ колебаніямъ. Такъ, напримѣръ, алмазъ считался обыкновенно самымъ дорогимъ изъ драгоцѣнныхъ камней, между тѣмъ именно въ послѣднее время окрашенные камни: рубинъ, изумрудъ, сафиръ и другіе цѣнятся едва-ли не дороже алмазовъ. Въ этомъ уменьшеніи цѣны алмазовъ, кромѣ вліянія моды, сказалось, несомнѣнно, и вліяніе усилившейся въ послѣднее время добычи этого минерала изъ алмазоносныхъ копей южной Африки. Во всякомъ случаѣ въ драгоцѣнныхъ камняхъ цѣнится именно красота отдѣльныхъ образчиковъ, а не самый матеріалъ, такъ какъ наиболѣе цѣнные изъ этихъ минераловъ алмазъ, корундъ, сафиръ, рубинъ, различныя разновидности кварца и т. п. представляютъ по составу чистый углеродъ, окись глинозема, кремневую кислоту и ея соли — вещества, пользующіяся громаднымъ распространеніемъ въ земной корѣ и не представляющія сами по себѣ никакой цѣнности. Изъ рѣдкихъ веществъ въ драгоцѣнныхъ камняхъ содержится окись циркона — въ цирконѣ и окись бериллія — въ бериллѣ, хризобериллѣ и александритѣ.

Здѣсь слѣдовательно, какъ и въ произведеніяхъ рукъ человѣческихъ, цѣнится не столько самый составъ даннаго продукта, сколько его красивая наружная форма, блескъ, совершенство граней и другія качества, выгодно отличающія данный минералъ отъ другихъ сходныхъ съ нимъ по составу минераловъ и это сходство драгоцѣнныхъ камней съ искусственными произведеніями увеличивается еще тѣмъ обстоятельствомъ, что драгоцѣнные камни нуждаются въ нѣкоторой отдѣлкѣ, чтобы ихъ достоинства обнаружились болѣе рельефно. Что касается до нахожденія драгоцѣнныхъ камней въ природѣ, то въ этомъ отношеніи слѣдуетъ прежде всего сказать, что драгоцѣнные камни встрѣчаются обыкновенно въ розсыпяхъ вмѣстѣ съ продуктами разрушенія коренныхъ породъ. Розсыпи эти или остались на мѣстѣ своего первоначальнаго образованія, или отложились въ долинахъ рѣкъ, причемъ нѣкоторыя изъ нихъ покрылись отложеніями, болѣе юными. При этомъ драгоцѣнные камни, бывшіе первоначально вросшими въ коренную породу, отдѣлились отъ нея при разрушеніи послѣдней и вмѣстѣ съ другимъ обломочнымъ матеріаломъ были отнесены на довольно значительныя разстоянія, не подвергаясь, по причинѣ значительной твердости и устойчивости противъ дѣятельности атмосферныхъ агентовъ, разрушительному дѣйствію этихъ послѣднихъ. *По этой причинѣ драгоцѣнные камни* находятся иногда далеко отъ коренной (маточной) породы, въ которой они находились первоначально и для многихъ изъ нихъ маточная порода остается до сихъ поръ неизвѣстною. Случаи, въ которыхъ драгоцѣнные камни находятся и добываются изъ коренной породы — крайне рѣдки. Къ числу подобныхъ мѣсторожденій относятся напримѣръ мѣсторожденія алмазовъ въ южной Африкѣ, гдѣ кристаллы алмаза являются вросшими въ вулканическій туфъ, а равно и мѣсторожденія топаза, турмалина и граната въ крупнозернистомъ гранитѣ, хотя и въ этомъ послѣднемъ случаѣ наиболѣе крупные и заслуживающіе обработки кристаллы были находимы не въ самой породѣ, а въ розсыпяхъ. Изъ настоящихъ драгоцѣнныхъ камней исключительно въ коренныхъ мѣсторожденіяхъ встрѣчается только изумрудъ — въ пластахъ слюдяного сланца. Изъ минераловъ группы кварца въ коренныхъ мѣсторожденіяхъ встрѣчаются халцедонъ, благородный опалъ, горный хрусталь и другія разновидности кристаллическаго кварца. Изъ нихъ кристаллическій кварцъ встрѣчается въ жилахъ, прорѣзывающихъ древнія кристаллическія *породы — халцедонъ — въ пустотахъ (жеодахъ) тѣхъ же породъ и благородный* опалъ — въ трещинахъ новѣйшихъ вулканическихъ породъ, гдѣ встрѣчается иногда и бирюза.

Настоящіе драгоцѣнные камни должны обладать двумя главными

особенностями, выгодно отличающими ихъ отъ другихъ минераловъ и продуктовъ, служащихъ для выдѣлки украшеній — большою твердостью и устойчивостью по отношенію къ дѣйствію на нихъ различныхъ внѣшнихъ агентовъ.

Кораллы, жемчугъ, жемчужныя раковины, слоновая кость, а равно металлы: золото и серебро отличаются значительной мягкостью, вслѣдствіе чего издѣлія изъ нихъ легко истираются. Чѣмъ больше твердость даннаго драгоцѣннаго камня по сравненію съ другими предметами, съ которыми онъ приходитъ въ соприкосновеніе, тѣмъ долѣе онъ сохраняетъ свой первоначальный видъ, между тѣмъ какъ издѣлія изъ болѣе мягкихъ камней и поддѣлки подъ драгоцѣнные камни легко истираются, теряютъ отчетливость шлифовки, а вмѣстѣ съ нею блескъ и игру своихъ граней. По цѣнности всѣ драгоцѣнные камни дѣлятъ на нѣсколько группъ. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что дѣленіе это далеко не безусловно, такъ какъ отдѣльные экземпляры камней, отличающіеся большими размѣрами и особенною красотою, цѣнятся значительно дороже обыкновеннаго, а требованія моды поднимаютъ иногда цѣну на камни, до тѣхъ поръ цѣнившіеся значительно дешевле. Наконецъ не надо забывать, что многіе изъ драгоцѣнныхъ камней остаются неизвѣстными большой публикѣ, которая знакома только съ немногими камнями, находящими себѣ спросъ. Изъ нихъ особенно цѣнятся въ настоящее время: алмазъ, рубинъ, сафиръ, изумрудъ, благородный опалъ, послѣ которыхъ уже слѣдуетъ аквамаринъ, топазъ, бирюза, гранатъ, аметистъ и др. Малое знакомство публики съ другими камнями заставляетъ продавать ихъ не подъ собственнымъ именемъ, а подъ другимъ, напоминающимъ публикѣ о камняхъ ей извѣстныхъ. Такіе напримѣръ рѣдкіе и сами по себѣ цѣнные камни, каковы: хризолитъ, турмалинъ, кордіеритъ, кіанитъ и другіе только тогда находятъ сбытъ, когда они походятъ на извѣстные публикѣ рубинъ, сафиръ и изумрудъ. Шпинель продается подъ именемъ рубинъ шпинели, или рубинъ бале, индѣйскіе гранаты за капскіе рубины, гадденитъ за литіевый изумрудъ и т. п.

Гораздо дешевле драгоцѣнныхъ камней цѣнятся камни для украшеній и подѣлокъ, отличающіеся отъ первыхъ значительно меньшей твердостью и малою устойчивостью по отношенію къ кислотамъ и щелочамъ. Сюда относятся различныя разновидности кварца и халцедона, лазоревый камень, ляписъ лазурь, янтарь, нефритъ, малахитъ, встрѣчающіеся гораздо чаще драгоцѣнныхъ камней.

Въ нижеслѣдующемъ мы даемъ описаніе только наиболѣе распространенныхъ среди большой публики драгоцѣнныхъ камней, другіе же болѣе рѣдкіе представители этого класса будутъ описаны нами позднѣе.

Важнѣйшимъ признакомъ для отличія драгоцѣнныхъ камней служитъ ихъ относительная твердость. Для опредѣленія твердости минераловъ пользуются обыкновенно скалой Мооса, состоящей изъ 10 членовъ, причемъ для драгоцѣнныхъ камней достаточны 5 послѣднихъ членовъ этой скалы. Алмазъ, твердость котораго принимается равной 10, корундъ 9, топазъ 8, кварцъ 7 и адуляръ 6. Для опредѣленія твердости даннаго минерала пробуютъ царапать имъ минералы, составляющіе скалу твердости, причемъ въ случаѣ какихъ либо сомнѣній разсматриваютъ царапину черезъ лупу. Ювелиры пользуются для опредѣленія твердости иглой изъ твердой стали. Остріе иглы царапаетъ адуляръ и тупится о кварцъ. Такъ какъ поддѣлки подъ драгоцѣнные камни дѣлаются изъ стекла или изъ другихъ минераловъ, имѣющихъ твердость меньше 6, то большинство ихъ легко царапается иглой, чѣмъ и отличаются отъ настоящихъ драгоцѣнныхъ камней.

Распредѣливъ наиболѣе употребительные драгоцѣнные камни по ихъ твердости, получимъ слѣдующій рядъ, въ которомъ названіе минеральнаго

вида предшествуетъ названію его у ювелировъ и названію разновидностей въ зависимости отъ цвѣта окраски:

Алмазъ		10
Корундъ	Рубинъ	9
	Сафиръ	9
Хризобериллъ		$8\frac{1}{2}$
Топазъ Шпинель		8
Бериллъ	Изумрудъ Аквамаринъ	$7\frac{1}{2}$
Цирконъ (Гіацинтъ)		
Гранатъ	Пиропъ Альмаидинъ	7
Кордіеритъ		
Турмалинъ		

Кварцъ	Горный хрусталь Аметистъ Дымчатый топазъ Цитринъ	7
Халцедонъ	Агатъ Карнеолъ Ониксъ	$6\frac{1}{2}$
Хризолитъ Благородный опалъ Бирюза Нефритъ		6
Ляписъ лазурь		$5\frac{1}{2}$
Млахитъ		$3\frac{1}{2}$
Янтаарь		$2\frac{1}{2}$

Другимъ важнымъ признакомъ для отличія минераловъ служитъ удѣльный вѣсъ, который легко опредѣляется для экземпляровъ, не вставленныхъ въ оправу. Такъ какъ драгоцѣнные камни обыкновенно покупаются безъ оправы, то указанный признакъ играетъ большую роль при опредѣленіи этихъ минераловъ. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса производится весьма просто, помощью гидростатическихъ вѣсовъ или, что еще лучше, помощью тяжелой жидкости, смѣшивающейся съ водою или другою легкою жидкостью во всѣхъ пропорціяхъ. Въ качествѣ такой жидкости служитъ въ настоящее время іодистый метиленъ, удѣльный вѣсъ котораго равенъ 3,31. Прибавленіемъ различныхъ количествъ бензина, съ которымъ іодистый метиленъ смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ, можно получить жидкость произвольнаго удѣльнаго вѣса. Въ продажѣ имѣются въ настоящее время особые ящички съ цѣлымъ наборомъ склянокъ, содержащихъ каждая смѣсь двухъ названныхъ жидкостей опредѣленнаго удѣльнаго вѣса. Минералъ, удѣльный вѣсъ котораго желаютъ опредѣлить, помѣщаютъ въ склянку съ чистымъ іодистымъ метиленомъ. Если онъ плаваетъ въ жидкости, то его погружаютъ въ склянки со смѣсью іодистаго метилена съ бензиномъ все меньшаго и меньшаго удѣльнаго вѣса. Зная удѣльный вѣсъ смѣси, въ которой данный минералъ начинаетъ тонуть, легко опредѣлить удѣльный вѣсъ взятаго минерала съ достаточной для практическихъ цѣлей точностью. Приложенная ниже таблица удѣльнаго вѣса различныхъ драгоцѣнныхъ камней показываетъ, что опредѣленіе удѣльнаго вѣса въ связи съ нѣкоторыми другими признаками часто является достаточнымъ для опредѣленія даннаго минерала.

Цирконъ	4,6
Альмандинъ	4,1
Сафиръ и рубинъ	4,0
Пиропъ	3,8
Малахитъ	3,7—4,1
Хризобериллъ	3,7
Шпинель	3,6
Алмазъ	3,5
Топазъ	3,5
Хризолитъ	3,4
Турмалинъ	3,1
Нефритъ	3,0

Бериллъ	Изумрудъ Аквамаринъ	2,7
Бирюза		2,7
Кварцъ	Горный хрусталь Аметистъ Дымчатый топазъ Цитринъ	2,6
Кордіеритъ		2,6
Халцедонъ, агатъ и др.		2,6—3,6
Ляписъ лазурь		2,4
Благородный опалъ		2,0—2,3
Янтарь		1,08

При опредѣленіи стоимости драгоцѣнныхъ камней большое значеніе имѣютъ чистота и прозрачность даннаго экземпляра. Наиболѣе цѣнными являются экземпляры, обладающіе совершенной прозрачностью и только бирюза и опалъ представляютъ собою исключенія изъ общаго правила, такъ какъ они никогда не бываютъ прозрачными. Включенія всякаго рода, будь то пузырьки воздуха, скопленіе которыхъ можетъ дать облако или кристал-

лики постороннихъ минераловъ, а равно мельчайшія трещины, неравномѣрность окраски и другія обстоятельства значительно понижаютъ цѣну камней, за тѣми рѣдкими исключеніями, когда эти включенія расположены съ извѣстною правильностью, придающею камню вполнѣ опредѣленный рисунокъ. Въ такихъ случаяхъ цѣна камня не только не понижается, а даже повышается, какъ это напримѣръ имѣетъ мѣсто для звѣздчатаго сафира, для кошачьяго глаза и нѣкоторыхъ другихъ минераловъ. Далѣе цѣна камней зависитъ отъ блеска, обнаруживающагося съ особенной ясностью на отшлифованныхъ граняхъ, отъ прозрачности и тому подобныхъ причинъ.

Въ тѣсной связи съ блескомъ и прозрачностью драгоцѣнныхъ камней находится ихъ игра, зависящая отъ способности камня разлагать падающій на него безцвѣтный лучъ свѣта на множество цвѣтныхъ лучей и отражать эти послѣднія отъ своихъ граней. Наилучшей игрой отличается алмазъ, который поэтому и цѣнится дороже остальныхъ камней.

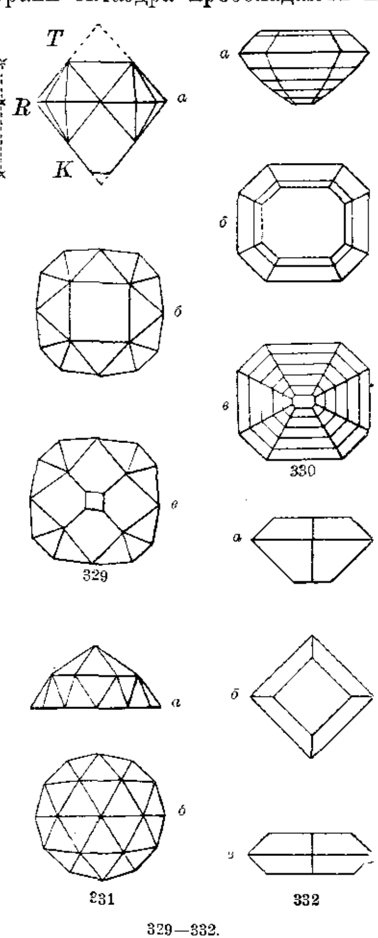
Въ отношеніи окраски наиболѣе цѣнятся камни или совсѣмъ безцвѣтные (алмазъ, топазъ и др.), или густо окрашенные, и наименѣе цѣнятся камни, окрашенные блѣдными оттѣнками различныхъ цвѣтовъ.

Изъ различныхъ цвѣтовъ наичаще встрѣчаются красный: рубинъ, шпинель, гранатъ; синій: у сафира, бирюзы и ляписъ лазури; зеленый въ изумрудѣ, хризобериллѣ и хризолитѣ; желтый — въ топазѣ, цитринѣ, янтарѣ; синевато-зеленый — у сафира, аквамарина и топаза; фіолетовый, характерный для альмандина и аметиста, дымчатый — въ дымчатомъ топазѣ и др. Нѣкоторые камни отличаются способностью давать различную окраску въ зависимости отъ направленія, въ которомъ мы ихъ разсматриваемъ. Явленіе это называется плеохроизмомъ, наблюдается особенно отчетливо въ александритѣ — одной изъ разновидностей хризоберилла, встрѣчающемся на Уралѣ. *Названный минералъ представляется въ одномъ* направленіи окрашеннымъ въ зеленый, а по направленію перпендикулярному въ красный цвѣтъ. Различная окраска по различнымъ направленіямъ наблюдается и въ нѣкоторыхъ кристаллахъ турмалина и кордіерита.

Цвѣтъ, блескъ, прозрачность и особенно игра драгоцѣнныхъ камней обнаруживаются съ полной отчетливостью только въ камняхъ отшлифованныхъ; въ сыромъ же видѣ камни эти обыкновенно не обладаютъ всѣми перечисленными свойствами въ достаточной степени. Искусство шлифовки камней и выборъ надлежащаго направленія при шлифовкѣ имѣетъ поэтому весьма важное значеніе въ техникѣ. Прозрачные камни покрываются обыкновенно сѣтью плоскихъ граней, отъ которыхъ отражаются падающіе на нихъ лучи свѣта, что значительно увеличиваетъ игру камня. Камни непрозрачные, каковы опалъ и бирюза, а равно и камни очень густо окрашенные получаютъ округлую шлифовку или, какъ говорятъ, шлифуются въ видѣ кабошона.

Изъ различныхъ формъ шлифовки наибольшимъ распространеніемъ пользуется шлифовка въ формѣ брилліанта, часто придаваемая алмазу и другимъ прозрачнымъ драгоцѣннымъ камнямъ. При шлифовкѣ алмазовъ въ основу шлифовки кладется форма октаэдра, по гранямъ котораго у алмаза наблюдается ясно выраженная спайность. Благодаря этой спайности изъ сырого алмаза легко получаются октаэдры, для чего стоитъ только сдѣлать въ алмазѣ треніемъ о другой камень углубленіе по направленію плоскости октаэдра, послѣ чего, вставивъ въ углубленіе тупой ножъ и наклонивъ его надлежащимъ образомъ, производятъ нѣсколько ударовъ по ножу. Взятый алмазъ легко расщепляется по направленію грани октаэдра. Повторивъ эту операцію надъ всѣми гранями, шлифовальщики получаютъ кусокъ алмаза въ видѣ октаэдра, причемъ они не заботятся о полученіи острыхъ реберъ и угловъ, такъ какъ при дальнѣйшей шлифовкѣ на углахъ и ребрахъ перво-

начальной формы получаются новыя грани. Шлифовка начинается образованіемъ двухъ граней, параллельныхъ среднему сѣченію R октаэдра: верхней широкой грани T, называемой площадкой и нижней K, называемой кюлассою, см. фиг. 329 *a*. Вокругъ этихъ граней располагаются остальныя, причемъ однако грани октаэдра преобладаютъ по величинѣ надъ всѣми остальными. Всѣ эти грани за исключеніемъ первоначальныхъ граней спайнаго октаэдра получаются шлифовкою на быстро вращающемся кругѣ, посыпанномъ алмазною пылью, для чего полировщикъ вставляетъ алмазъ въ свинцовый шарикъ, вдѣланный въ деревянную палочку. Число и расположеніе граней (фасетокъ) зависитъ отъ первоначальной формы камня, искусства и трудолюбія шлифовальщика. На фиг. 333—335 представлено нѣсколько примѣровъ расположенія граней на бриллiантѣ, причемъ жирными чертами показаны грани верхней (лицевой стороны), а тонкими — грани нижней стороны, которой бриллiантъ вставляется въ оправу. Ребра R вокругъ бриллiанта, отдѣляющія верхнюю часть отъ нижней, служатъ для укрѣпленія оправы и называются краемъ или рундистомъ (поясомъ). При правильной огранкѣ различнымъ частямъ бриллiанта придаютъ опредѣленные относительные размѣры, такъ: высота верхней части дѣлается вдвое меньше высоты нижней части; діаметръ табличкп дѣлается равнымъ $^5/_9$, а діаметръ нижней конечной грани кюлассы равнымъ $^1/_6$ діаметра пояса, причемъ часто предпочитаютъ *пожертвовать вѣсомъ камня, лишь бы придать* надлежащую форму его огранкѣ. Изъ другихъ формъ огранки камней упомянемъ о слѣдующихъ:



329—332.
Наиболѣе употребительныя формы шлифовки для драгоцѣнныхъ камней.

329. Шлифъ въ формѣ бриллiанта *a* видъ сбоку, *б* видъ сверху, *в* видъ снизу. — 330. Шлифъ въ видѣ лѣстницы *a* видъ сбоку. *б* видъ сверху, *в* видъ снизу. — 331. Шлифъ розой *a* видъ сбоку, *б* видъ сверху. — 332. Шлифъ въ видѣ таблицы *a* видъ сбоку, *б* видъ сверху, *в* тонкая таблица видъ сбоку.

Ступенчатая грань (фиг. 330) пользовалась ранѣе большимъ распространеніемъ при шлифовкѣ густо окрашенныхъ камней, характеризуется тѣмъ обстоятельствомъ, что ребра боковыхъ граней расположены здѣсь параллельно среднимъ и ребрамъ *верхней таблички*, которая получаетъ здѣсь форму четырехъ, шести, или восьмиугольника.

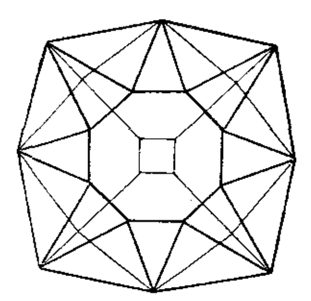
Камни, обладающіе совершенной спайностью по одному направленію, каковы напримѣръ изумрудъ и топазъ, шлифовались ранѣе въ формѣ таблицъ (фиг. 332), причемъ верхняя и нижняя грани этихъ камней дѣлаются значительно большихъ размѣровъ, чѣмъ въ бриллiантѣ. Въ зависимости отъ отношенія толщины камня къ его поперечнымъ размѣрамъ различаютъ плоскія (фиг. 332 *a*) и тонкія (фиг. 332 *в*) таблицы.

Розою (фиг. 331) называется форма огранки, состоящая изъ плоской нижней части и верхней, составленной изъ трехугольныхъ площадокъ, число которыхъ въ каждомъ поясѣ обыкновенно является кратнымъ отъ 6. Эта

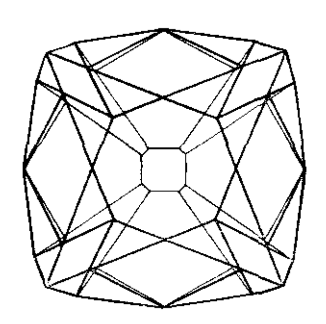
форма придаетъ камню сильный блескъ и примѣняется для камней, обладающихъ *отъ природы* плоскою формою. Особенно часто шлифуются въ формѣ розы осколки большихъ алмазовъ и богемскій гранатъ (пиропъ). Нижняя поверхность дѣлается при этомъ или круглою, или овальною, или, наконецъ, грушевидною.

Кабошономъ шлифуются камни непрозрачные или прозрачные, но окрашенные темнымъ цвѣтомъ, каковы напримѣръ нѣкоторыя разновидности граната. Нижняя поверхность дѣлается плоскою или вогнутою внутрь камня для приданія ему большаго блеска. Наружная поверхность представляется выпуклою, основаніе круглой или овальной формы.

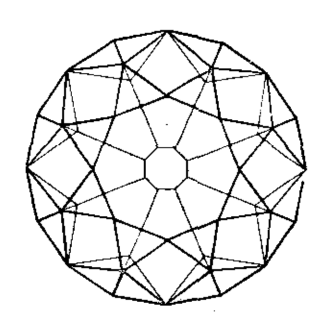
Оправа для камней отшлифованныхъ въ формѣ бриллiанта лѣстницы или *таблицъ дѣлается ажурною и захватываетъ* камень только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ среднихъ реберъ. Верхняя поверхность остается при этомъ открытою, нижняя же полузакрыта. Оправа камней, ограненныхъ розой, дѣлается глухою, причемъ въ оправу вставляютъ часто листикъ фольги подходящаго цвѣта, чтобы увеличить густоту окраски камня.



333. Шлифъ въ формѣ звѣзды.



334. Бриллiантъ старой формы.



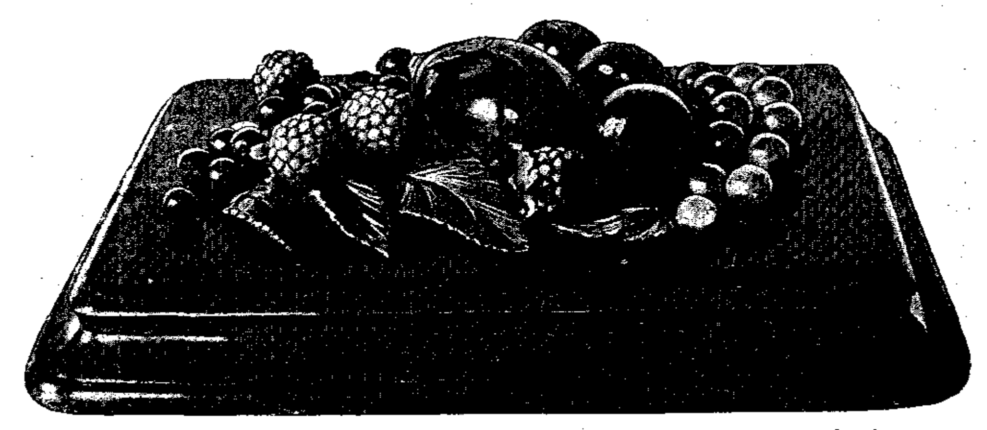
335. Бриллiантъ новой формы.

333—335. **Различныя формы шлифа бриллiантовъ.**

Шлифовка камней производится слѣдующимъ образомъ: камень предварительно обдѣлывается, раскалывая его по плоскостямъ спайности, какъ это имѣетъ мѣсто для алмаза, изумруда, или топаза, или распиливая его помощью вращающагося круга, края котораго покрыты тонкимъ слоемъ оливковаго масла съ алмазнымъ или наждачнымъ порошкомъ, или, наконецъ, раскалывая его помощью долота, по которому ударяютъ молоткомъ. Такой грубо обдѣланный камень поступаетъ въ шлифовку. Съ этою цѣлью камень укрѣпляютъ въ особую чашечку съ небольшой рукояткой и кладутъ на шлифовальный кругъ, дѣлающій до 30 оборотовъ въ секунду. Въ чашечкѣ камень закрѣпляется помощью легкоплавкаго сплава изъ свинца и олова (температура плавленія около 135°), для чего чашечку вмѣстѣ со сплавомъ нагрѣваютъ на лампѣ и, когда сплавъ размягчается, кладутъ помощью щипцовъ камень, расположивъ его надлежащимъ образомъ. Поверхность шлифовальнаго круга смазывается оливковымъ масломъ и посыпается алмазнымъ или наждачнымъ порошкомъ. Чашечка съ укрѣпленнымъ камнемъ вставляется въ особую доску, кладется на кругъ такимъ образомъ, чтобы камень шлифовался въ надлежащемъ направленіи и прижимается къ нему грузомъ. Для надлежащей установки доски въ случаѣ шлифовки камней очень цѣнныхъ пользуются вспомогательными устройствами, состоящими изъ сегментовъ, раздѣленныхъ на градусы. При шлифовкѣ мелкихъ и малоцѣнныхъ камней установъ производится на глазъ. Во всякомъ случаѣ за шлифовкою необходимъ тщательный надзоръ, дабы грани получали надлежащую величину. Послѣ шлифовки слѣдуетъ полировка камня, которая произво-

дится на такомъ же кругѣ, съ тою лишь разницею, что поверхность его посыпается порошкомъ менѣе твердаго матеріала, напримѣръ трепела.

Здѣсь будетъ умѣстно упомянуть о гравировкѣ на камнѣ. Для гравировки примѣняются камни непрозрачные или просвѣчивающіе и особенно камни, состоящіе изъ различныхъ тѣсно сросшихся между собою слоевъ, каковы напримѣръ агаты и ониксы, причемъ одинъ слой служитъ для рисунка, а другой образуетъ фонъ. Если рисунокъ представляется углубленнымъ — то такіе камни называются геммами, если, наоборотъ, рисунокъ выпуклый на углубленномъ фонѣ — то камни называются камеями. Геммы и камеи цѣнятся уже не за матеріалъ, на которомъ онѣ выгравированы, а какъ художественное произведеніе и искусство ихъ гравировки имѣетъ представителей въ ряду знаменитыхъ художниковъ, начиная со временъ древнихъ грековъ. Древніе греки и римляне придавали особую цѣну геммамъ и камеямъ, такъ какъ видѣли въ нихъ не только художественное произведеніе,



336. **Группа плодовъ изъ камней работы гранильной фабрики въ Екатеринбургѣ.**
Подарокъ генерала Іоссы музею горной академіи во Фрейбергѣ.

но и амулеты, которые, по ихъ понятіямъ, предохраняютъ лицо, носящее амулетъ, отъ извѣстныхъ несчастій и болѣзней. Склонность придавать драгоцѣннымъ камнямъ извѣстное мистическое значеніе передалась отъ древнихъ среднимъ вѣкамъ (камень мудрости у алхимиковъ и др.) и сохранилась у нѣкоторыхъ суевѣрныхъ людей до настоящаго времени.

Гравировка на камнѣ производится слѣдующимъ образомъ. Камень шлифуется матовой шлифовкой, на которой металлическимъ рѣзцомъ дѣлаютъ рисунокъ, послѣ чего камень обрабатывается подъ тонкими, быстро вращающимися сверлами различной формы, острія которыхъ смочены масломъ съ порошкомъ наждака или другого твердаго матеріала. Камень въ это время укрѣпляется въ чашечкѣ съ длинной рукояткой и держится въ рукахъ. Для окончательной отдѣлки употребляются сверла съ тонкими алмазными остріями.

Большія шлифовальныя фабрики находятся въ Германіи въ городахъ Оберштейнѣ и Идарѣ княжества Биркенфельдъ въ Ольденбургѣ, въ Ганнау и Берлинѣ. Изъ заграничныхъ городовъ славится своими мастерскими Амстердамъ, гдѣ шлифовкою камней занимаются до 12 тысячъ рабочихъ, главнѣйше, евреевъ. Изъ русскихъ фабрикъ петергофская и екатеринбургская фабрики пріобрѣли міровую извѣстность своими крупными подѣлками изъ уральскихъ самоцвѣтныхъ камней. На фиг. 336 представлена группа ягодъ на доскѣ изъ чернаго мрамора работы императорской гранильной фабрики

въ Екатеринбургѣ. Группа состоитъ изъ сливы, сдѣланной изъ темнаго халцедона, трехъ вишенъ изъ мареканита, виноградныхъ ягодъ изъ темно-краснаго и бѣлаго халцедона, ягодъ малины изъ орлеца и листьевъ изъ благороднаго змѣевика.

Кромѣ выдѣлки предметовъ роскоши драгоцѣнные камни примѣняются и для нѣкоторыхъ техническихъ цѣлей. Такъ напримѣръ алмазъ примѣняется для рѣзки стекла, рубинъ и гранатъ идутъ на приготовленіе подшипниковъ для осей часовыхъ колесъ, призмъ подъ рычаги чувствительныхъ вѣсовъ и т. п. Просверленные твердые камни примѣняются при приготоленіи проволоки. Нечистые алмазы примѣняются при шлифовкѣ твердыхъ камней, равно какъ корундъ, наждакъ и др. для шлифовки камней, болѣе мягкихъ. Черные бразильскіе алмазы, карбонаты, примѣняются для буренія въ породахъ твердыхъ.

Драгоцѣнные камни перваго класса продаются на караты (единица вѣса для драгоцѣнныхъ камней, равная 205 миллиграммамъ). Цѣна большихъ камней, которые встрѣчаются въ природѣ крайне рѣдко, растетъ въ гораздо большей пропорціи, нежели вѣсъ. Установить какое либо опредѣленное правило, выражающее зависимость между вѣсомъ камня и его цѣною, представляется однако невозможнымъ, такъ какъ послѣдняя зависитъ не только отъ величины камня, но и отъ цвѣта, блеска, игры и др. причинъ. Старинное Тавернское правило, принимавшее стоимость большихъ камней пропорціональной квадрату ихъ вѣса, давно уже утратило свое значеніе и въ настоящее время никѣмъ не примѣняется.

Парижскій ювелиръ Бандергеймъ даетъ слѣдующія цѣны алмазовъ, отшлифованныхъ по формѣ брилліанта, выставленныхъ имъ на Парижской всемірной выставкѣ 1878 г.

1 пара брилліантовъ, общимъ вѣсомъ въ	1 каратъ,	120	до	220	франк.
1 „ „ „ „ „	2 „	400	„	700	„
1 „ „ „ „ „	5 „	1250	„	2750	„
1 „ „ „ „ „	10 „	3000	„	10300	„

Стоимость очень большихъ камней не можетъ быть дана даже съ приблизительной точностью и опредѣляется отдѣльно для каждаго случая. Цвѣтные камни, какъ то: рубинъ, изумрудъ, сафиръ цѣнятся нѣсколько дороже безцвѣтныхъ алмазовъ и наконецъ дороже всѣхъ остальныхъ камней цѣнятся алмазы, окрашенные нѣжными оттѣнками различнаго цвѣта, такъ какъ находки такихъ камней являются чрезвычайно рѣдкими.

Очевидно, что отшлифованные камни стоятъ и должны стоить гораздо дороже камней необдѣланныхъ, такъ какъ въ ихъ цѣну входятъ затраты на шлифовку и на потерю вѣса камня при шлифовкѣ.

Искусственные камни и поддѣлки. Высокая стоимость драгоцѣнныхъ камней вызываетъ попытки продать камни менѣе цѣнные за настоящіе драгоцѣнные камни. Подобные обманы чаще всего сказываются въ томъ, что малоцѣнные камни продаются за другіе, болѣе цѣнные, имѣющіе одинаковую съ ними окраску, блескъ и игру. Такъ безцвѣтный топазъ и даже горный хрусталь продаются за алмазъ, гранатъ и шпинель—за рубинъ, хризолитъ за изумрудъ и т. п. При продажѣ и покупкѣ камней необходимо поэтому знать отличительные признаки каждаго камня, которые будутъ нами даны при описаніи отдѣльныхъ камней.

Иногда камнямъ малоцѣннымъ искусственно дается другая окраска, дабы придать имъ сходство съ другими болѣе цѣнными камнями. Такъ напримѣръ блѣдно розовый цирконъ (гіацинтъ) и свѣтлый сафиръ обезцвѣчиваются искусственно нагрѣваніемъ и въ такомъ видѣ продаются за алмазы. Обманы этого рода удаются очень часто и открываются лишь путемъ точнаго и систематическаго изслѣдованія даннаго образца.

Нѣкоторые изъ драгоцѣнныхъ камней мѣняютъ при нагрѣванiи свой цвѣтъ. Такъ напримѣръ золотисто-желтые бразильскiе топазы становятся при нагрѣванiи розовыми; фiолетовый аметистъ дѣлается желтымъ, а при дѣйствiи сильнаго жара даже безцвѣтнымъ.

Особенно хорошо принимаютъ окраску агаты и особенно тигровый глазъ. Камни эти вслѣдствiе своей пористости жадно впитываютъ растворы солей, которыми они окрашиваются въ самые разнообразные цвѣта. Искусство подобной окраски агатовъ уже давно извѣстно въ Оберштейнѣ и Идарѣ — центрахъ германской промышленности по шлифовкѣ и обработкѣ агатовъ.

Дублетами называются камни, отшлифованные брилліантомъ и состоящiе изъ двухъ частей, соединенныхъ по срединѣ мастикой. Иногда встрѣчаются дублеты, обѣ половинки которыхъ состоятъ изъ настоящаго камня, причемъ поддѣлыватель все-таки остается въ выигрышѣ, такъ какъ одинъ большой камень стоитъ дороже двухъ малыхъ. Чаще однако только верхняя (наружная) часть дѣлается изъ настоящаго камня, нижняя же, вставленная въ оправу, изъ другого камня, менѣе цѣннаго. Разсчетъ поддѣлывателей основывается здѣсь на томъ, что только наружная часть доступна для тщательнаго осмотра и изслѣдованiя, нижняя же закрыта оправой и такому изслѣдованiю не подвергается. Дублеты легко узнаются по присутствiю пузырьковъ воздуха въ спаѣ между двумя камнями, а равно и потому, что они въ теплой водѣ легко распадаются на части.

Плумперами называются дублеты, верхняя часть которыхъ состоитъ изъ ограненнаго горнаго хрусталя, а нижняя изъ цвѣтного стекла. Такiя поддѣлки легко узнаются при разсматриванiи ихъ по направленiю плоскости спая обѣихъ частей, такъ какъ въ этомъ направленiи каждая изъ частей представляется окрашенной въ свой естественный цвѣтъ.

Стразами называются поддѣлки подъ драгоцѣнные камни, приготовляемыя изъ стекла, къ которому прибавляется окись свинца для приданiя ему большаго блеска и игры. Такiя поддѣлки легко узнаются по малой своей твердости, которая для обыкновеннаго стекла не превышаетъ 5 по скалѣ Мооса. Въ новѣйшее время стали прибавлять къ стеклу окиси таллiя, отчего игра его сильно увеличивается, а удѣльный вѣсъ доходитъ до 5 вмѣсто 2,5, какъ у обыкновеннаго стекла. Часто стразы являются окрашенными подъ цвѣтъ естественныхъ камней. Такъ окись кобальта сообщаетъ имъ синюю, какъ у сафира, окись серебра и сурьмы желтую, какъ у топаза, а окись мѣди или хрома изумрудно-зеленую окраску. Приготовленiе такихъ цвѣтныхъ камней чрезвычайно затруднительно, такъ какъ для равномѣрности окраски требуется крайне медленное остыванiе массы, хотя, даже и при самомъ строгомъ соблюденiи этого условiя остающiеся въ массѣ пузырьки воздуха даютъ возможность легко узнать происхожденiе окраски.

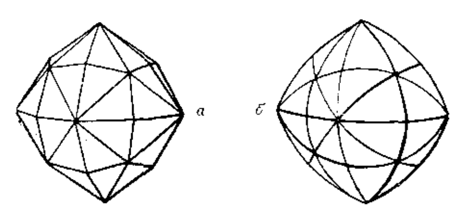
Неоднократно были сдѣланы попытки искусственнаго приготовленiя драгоцѣнныхъ камней изъ ихъ составныхъ частей. Попытки эти увѣнчались полнымъ успѣхомъ и въ настоящее время многiе изъ драгоцѣнныхъ камней дѣйствительно получены искусственнымъ путемъ. Особенно хорошо удается искусственное полученiе бирюзы и рубина. Французскому химику Фреми удалось помощью продолжительнаго плавленiя получить кристаллы рубина по твердости, блеску, окраскѣ и другимъ свойствамъ совершенно одинаковые съ естественными рубинами. Изъ подобныхъ кристалловъ рубина были приготовлены различныя украшенiя — но полученiе этихъ кристалловъ обходится слишкомъ дорого, почему опыты Фреми имѣютъ до сихъ поръ только научный интересъ.

Въ нижеслѣдующемъ будетъ дано описанiе наиболѣе употребительныхъ драгоцѣнныхъ камней. О другихъ же рѣдкихъ въ продажѣ минералахъ этого класса будетъ сказано при описанiи тѣхъ изъ часто встрѣчающихся камней, которые они болѣе напоминаютъ по своему наружному виду.

Описаніе важнѣйшихъ драгоцѣнныхъ камней.

Алмазъ.

Алмазъ по многимъ своимъ свойствамъ является первымъ среди остальныхъ драгоцѣнныхъ камней. Хотя, именно, за послѣднее время замѣчается мода на цвѣтные камни, но они во многомъ уступаютъ алмазу, такъ какъ минералъ этотъ является первымъ по твердости, по способности полироваться, по совершенной прозрачности, сильному алмазовидному блеску, способности сильно преломлять лучи свѣта, въ зависимости отъ которой находится и ослѣпительная игра алмаза. Ко всѣмъ этимъ свойствамъ, выгодно отличающимъ алмазъ отъ другихъ драгоцѣнныхъ камней, надо еще прибавить частое сравнительно съ ними нахожденіе большихъ кристалловъ чистѣйшей воды. Въ природѣ часто встрѣчаются алмазы, окрашенные свѣтлыми оттѣнками желтаго и розоваго цвѣтовъ; иногда попадаются отдѣльные экземпляры, отливающіе голубымъ и зеленымъ цвѣтомъ и, наконецъ, чрезвычайную рѣдкость представляютъ экземпляры, имѣющіе при совершенной прозрачности густую окраску. Изъ такихъ экземпляровъ особенно замѣчательны находимые на островѣ Борнео алмазы, окрашенные густымъ темно-бурымъ и иногда чернымъ цвѣтомъ. Въ противуположность бразильскимъ карбонитамъ, не имѣющимъ блеска и игры, алмазы съ острова Борнео отмѣчаются сильнымъ металлическимъ блескомъ и цѣнятся, какъ лучшее украшеніе для траурныхъ туалетовъ. Находимые тамъ же непрозрачные кристаллы, называемые бортомъ, представляютъ собою сростки отдѣльныхъ мельчайшихъ кристалликовъ и примѣняются при шлифовкѣ другихъ камней. Карбонатами называются пористые черные алмазы, по строенію напоминающіе плотный коксъ и встрѣчающіеся чаще всего въ мѣстечкѣ Бахія въ Бразиліи. Въ названномъ мѣстѣ встрѣчаются иногда куски карбонатовъ съ кулакъ величиною, вѣсомъ около 3100 каратовъ. Карбонаты примѣняются для просверливанія очень твердыхъ предметовъ, для шлифовки другихъ камней и для буренія въ породахъ твердыхъ.



337. **Сорокавосьмигранникъ.**
а правильная форма, б форма съ округленными гранями.

Алмазъ, включая сюда и карбонатъ, представляетъ по составу кристаллическій углеродъ, являясь въ этомъ отношеніи сходнымъ съ графитомъ и каменнымъ углемъ. Удѣльный вѣсъ алмаза 3,5 и въ этомъ отношеніи онъ уступаетъ весьма многимъ драгоцѣннымъ камнямъ. Встрѣчается алмазъ чаще всего въ видѣ октаэдровъ или другихъ формъ правильной системы, изъ которыхъ наичаще встрѣчаются сорокавосьмигранники съ характерными выпуклыми гранями (фиг. 337). Кристаллы обладаютъ совершенной спайностью по гранямъ октаэдра, присутствіе которой значительно облегчаетъ отдѣлку алмаза.

Происхожденіе алмаза объясняется въ настоящее время кристаллизаціей углерода при медленномъ остываніи расплавленной массы. Подтвержденіемъ такого способа образованія алмаза служитъ, помимо прочаго, присутствіе блестящихъ кристалликовъ алмаза, вмѣстѣ съ листочками графита въ порахъ болванокъ изъ чистой стали, а равно и присутствіе черныхъ кристалловъ, подобныхъ карбонату, въ метеоритахъ. При высокой температурѣ въ струѣ кислорода алмазъ горитъ, причемъ получается углекислота.

Всѣ мѣсторожденія алмаза, за исключеніемъ южно-африканскихъ, при-

надлежатъ къ типу розсыпей, гдѣ алмазъ вмѣстѣ съ другими минералами, кварцемъ, желѣзными рудами, корундомъ и другими драгоцѣнными камнями, а равно съ монацитомъ и иногда съ самороднымъ золотомъ находится въ пескѣ, образовавшемся при вывѣтриваніи коренныхъ породъ. Иногда алмазы встрѣчаются вросшими въ песчаники, которые также образовались вслѣдствіе разрушенія коренныхъ породъ и послѣдующей цементаціи обломочнаго матеріала какимъ-либо цементомъ. Важнѣйшія изъ мѣсторожденій алмаза находятся въ Остъ-Индіи и Бразиліи. Небольшое количество алмазовъ было добыто съ розсыпей Борнео и Новаго Южнаго Валлиса въ Австраліи. Въ Сѣверной Америкѣ (въ Штатахъ Георгія и Сѣверная Каролина) и въ Россіи (въ золотыхъ розсыпяхъ Урала и въ Лапландіи) было сдѣлано нѣсколько находокъ алмаза, но этими находками ограничилось все дѣло и валовой добычи алмазовъ здѣсь никогда не производилось.

Уже со временъ глубокой древности были извѣстны алмазоносныя розсыпи Остъ-Индіи, сосредоточивавшіяся въ то время въ южной части передней Индіи. Кромѣ розсыпей алмазы попадаются здѣсь и въ песчаникахъ древнихъ системъ, названныхъ песчаниками Банаганпилли по имени одной изъ рѣчекъ, впадающихъ въ р. Кистну. Индѣйскія копи славятся частыми находками большихъ кристалловъ алмаза и многіе изъ замѣчательныхъ по своей величинѣ экземпляровъ этого камня были найдены въ Остъ-Индіи.

Долгое время сосредоточіемъ алмазной торговли въ южной части алмазоноснаго раіона служила Голконда, далѣе къ сѣверу лежитъ давно извѣстная группа копей по рѣкамъ Маганади и Брамны и наконецъ самая сѣверная группа копей находится на правыхъ притокахъ средней группы рѣкъ къ югу отъ городовъ Аллагабада и Бенаресса.

На островѣ Борнео алмазоносныя розсыпи находятся по западному берегу близъ гавани Понтіанака, а равно и въ южной части острова, хотя добыча алмазовъ здѣсь никогда не получала сколько нибудь значительныхъ размѣровъ. Алмазоносныя розсыпи Бразиліи были открыты въ 1728 году въ провинціяхъ Минаэсъ Гераэсъ и Бахіа, лежащихъ къ сѣверу отъ Ріо-де Жанейро. Алмазы бразильскихъ розсыпей отличаются малою величиною и камни тяжелѣе $^1/_2$ карата составляютъ здѣсь большую рѣдкость. Копи провинціи Минаэсъ Гераэсъ сосредоточены близъ мѣстечка „Діамантина", а провинціи Бахіи близъ мѣстечка Эйнкора. Алмазы находятся и въ розсыпяхъ и въ итаколумитѣ — породѣ, по своимъ свойствамъ напоминающей песчаникъ.

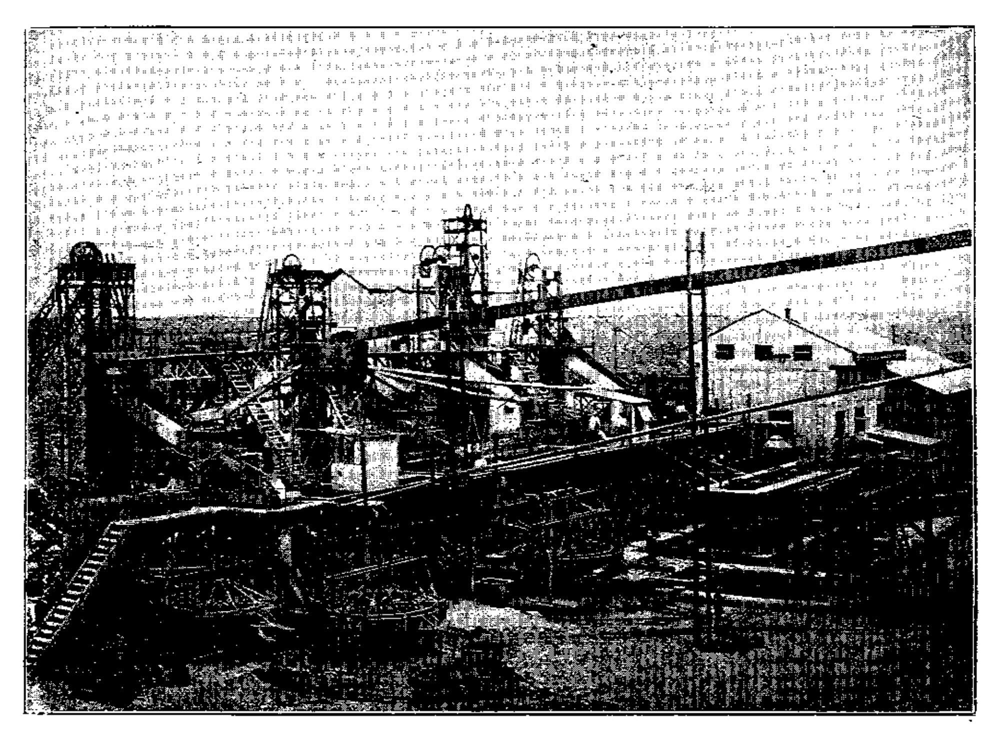
Алмазоносныя розсыпи Новаго южнаго Валлиса были открыты впервые въ 1860 году. Начиная съ того времени здѣсь было открыто еще нѣсколько мѣсторожденій этого минерала, но добыча алмазовъ ведется до сихъ поръ въ ограниченныхъ размѣрахъ и сколько нибудь значительные камни составляютъ большую рѣдкость.

Промывка алмазоносныхъ песковъ съ цѣлью извлеченія изъ нихъ алмазовъ является работою крайне простою. Пески протираются черезъ крупное рѣшето и промываются водою. На рѣшетѣ остаются гальки, а мелкій мисинъ сносится водою. Обогащенная такимъ образомъ порода разбирается на круглыхъ столахъ, причемъ отъ привычнаго глаза рабочихъ не ускользаютъ даже самые мелкіе камни.

Само собою понятно, что здѣсь принимаются самыя строгія мѣры противъ кражи алмазовъ рабочими, мѣры, доходящія въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ до полнаго изолированія рабочихъ отъ остальнаго населенія и также понятно, что мѣры эти оказываются почти повсемѣстно недѣйствительными, такъ какъ соблазнъ большой наживы заставляетъ рабочихъ изобрѣтать всевозможныя средства, чтобы обмануть бдительность надзора.

Большое значеніе для міровой добычи алмазовъ имѣютъ алмазоносныя копи южной Африки. Какъ и во многихъ другихъ мѣстахъ добыча алмазовъ

здѣсь началась находкою крупныхъ камней въ долинѣ рѣки Ваала — одного изъ правыхъ притоковъ Оранжевой рѣки. Такъ въ 1867 году здѣсь былъ найденъ первый алмазъ вѣсомъ въ $21^1/_4$ карата, а два года спустя другой камень въ 83 карата, получившій впослѣдствіи міровую извѣстность подъ именемъ звѣзды южной Африки. Съ находкою этого камня здѣсь началась настоящая алмазная лихорадка. Песокъ долины рѣки Ваала тщательно промывался искателями алмазовъ, труды которыхъ были вознаграждены добычею послѣднихъ въ значительномъ количествѣ. Въ 1870 году въ окрестностяхъ Кимберлея были открыты алмазы въ полуразрушенной породѣ, богатой включеніями желѣзной охры, отъ которой она получила названіе желтой

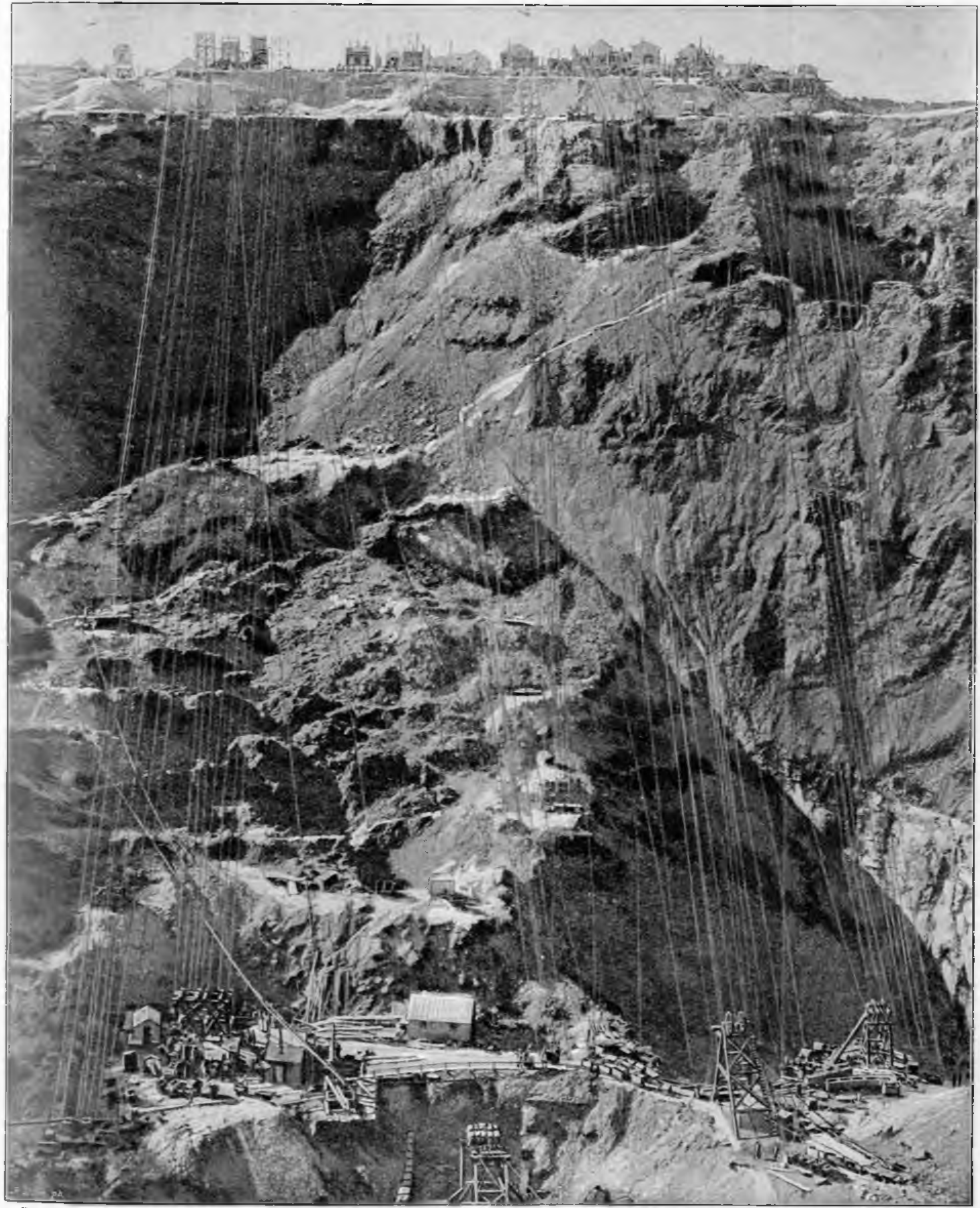


338. **Промывка алмазовъ въ Кимберлеѣ.**

земли „yellow ground" а сами копи стали называться сухими копями „dry diggings". Алмазы попадаются здѣсь вросшими въ змѣевиковую породу, извѣстную подъ названіемъ кимберлита, которая заключаетъ въ себѣ обломки другихъ породъ: песчаниковъ, глинистыхъ сланцевъ, конгломератовъ и др., слагающихъ почву южно-африканскаго плоскогорія. Мало по малу были найдены въ 7 мѣстахъ выходы алмазоносной породы, представляющей, какъ оказалось впослѣдствіи, 7 колоннообразныхъ жилъ діаметромъ въ 25—450 метр. и образующихъ на поверхности едва замѣтныя возвышенія. Большая часть этихъ жилъ находится въ окрестностяхъ города Кимберлея на земляхъ Капской колоніи, а небольшая сравнительно часть на земляхъ Оранжевой республики. Вскорѣ началась добыча алмазовъ открытыми работами. Цѣна отводовъ, площадь которыхъ равнялась 9 кв. метрамъ, быстро поднялась съ $7^1/_2$ шиллинговъ до 100 000 марокъ для нѣкоторыхъ изъ нихъ и разработки начали вестись глубоко подъ поверхностью земли. Когда цвѣтъ породы измѣнился и перешелъ изъ желтоватаго въ синій, многіе предсказывали, что алмазы должны исчезнуть. Предсказанія, однако, не оправдались; съ углубленіемъ



339. Открытыя работы для добычи алмазовъ въ Кимберлеѣ 1872 г.



Горное дѣло и металлургія.

Т-во „Просвѣщеніе" въ Спб.

Открытыя работы въ Кимберлеѣ 1880 г.

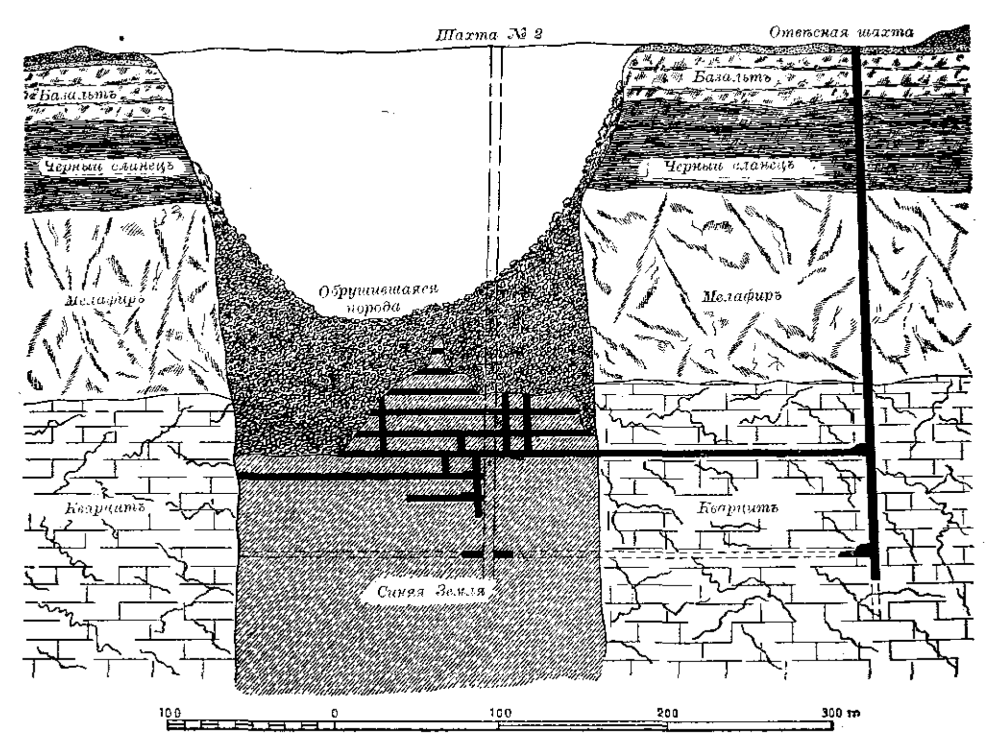
алмазы не исчезли, и только отдѣленіе ихъ отъ породы сдѣлалось болѣе труднымъ. Такимъ образомъ въ южной Африкѣ впервые были найдены коренныя мѣсторожденія алмазовъ, гдѣ алмазы оказались вросшими въ изверженную породу. Для облегченія добычи алмазовъ изъ этой породы послѣдняя кладется на мощеныхъ дворахъ, гдѣ она подвергается въ продолженіе 3—6 мѣсяцевъ дѣйствію атмосферы, отчего она распадается на мелкіе куски, изъ которыхъ алмазы, послѣ предварительной промывки, выбираются вручную. Въ новѣйшее время съ началомъ массовой добычи породы въ Кимберлеѣ устроены настоящія обогатительныя фабрики, въ которыхъ порода предварительно сортируется на грохотахъ, а затѣмъ промывается на ручныхъ гердахъ.

При началѣ открытыхъ работъ отдѣльные разносы были соединены между собою обыкновенными дорогами для перевозки алмазоносной породы (см. фиг. 339). Съ развитіемъ добычи и углубленіемъ разработокъ дороги эти частью обвалились сами собою, частью же были уничтожены, такъ какъ почва, по которой онѣ пролегали, оказалась алмазоносною и заслуживающею разработки. Такимъ образомъ отдѣльныя разработки соединились въ одинъ большой разносъ, вслѣдствіе чего возникли затрудненія, заключающіяся въ томъ, что порода, добытая въ разработкахъ, лежащихъ въ серединѣ поля, должна была доставляться къ обогатительнымъ фабрикамъ черезъ разработки другихъ владѣльцевъ. Первоначально думали помочь горю устройствомъ висячихъ проволочныхъ дорогъ, по которымъ вагонетки съ породой доставлялись съ борта на дно разноса (см. прилагаемый рисунокъ) и оттуда переправлялись на другой бортъ. Вскорѣ однако и это средство оказалось недѣйствительнымъ. Громадныя массы породы скатывались со всѣми находящимися на нихъ постройками съ борта на почву разноса и часто совершенно засыпали ее. Къ этимъ затрудненіямъ присоединилось вскорѣ паденіе цѣнъ на алмазы, вслѣдствіе ихъ перепроизводства, что въ свою очередь потребовало уменьшенія расходовъ на добычу и заставило перейти отъ открытыхъ къ подземнымъ работамъ. Организація этихъ работъ оказалась непосильною для отдѣльныхъ промышленниковъ и заставила ихъ соединиться въ одну компанію: „De Beers Consolidated Mines“, обладающую большими капиталами и монополизировавшую въ своихъ рукахъ добычу алмазовъ въ округѣ. Въ 1884 году были заложены шахты въ окружающей породѣ, отъ шахтъ были достигнуты квершлагами жилы кимберлита и приступлено къ добычѣ алмазоносной породы подземными работами (фиг. 340); въ настоящее время работы ведутся на нѣсколькихъ горизонтахъ и на копяхъ компаніи работаютъ до 12 000 рабочихъ, преимущественно негровъ. Ежегодно ими добывается до 3 милліоновъ каратовъ алмазовъ, а всего за все время разработки африканскія копи дали до 60 милліоновъ каратовъ, около 12 000 килограммовъ алмазовъ. Съ 1 куб. метра породы получается въ среднемъ около 4 каратовъ алмазовъ цѣною въ среднемъ около 21 марки за каратъ, не считая въ томъ числѣ крупныхъ камней, не составляющихъ для здѣшнихъ мѣсторожденій никакой рѣдкости.

Судьба алмазовъ, замѣчательныхъ по своей величинѣ, часто была крайне интересною, почему мы и остановимся на исторіи нѣкоторыхъ изъ этихъ камней изображенія которыхъ въ ихъ натуральную величину приводятся нами на слѣдующей страницѣ.

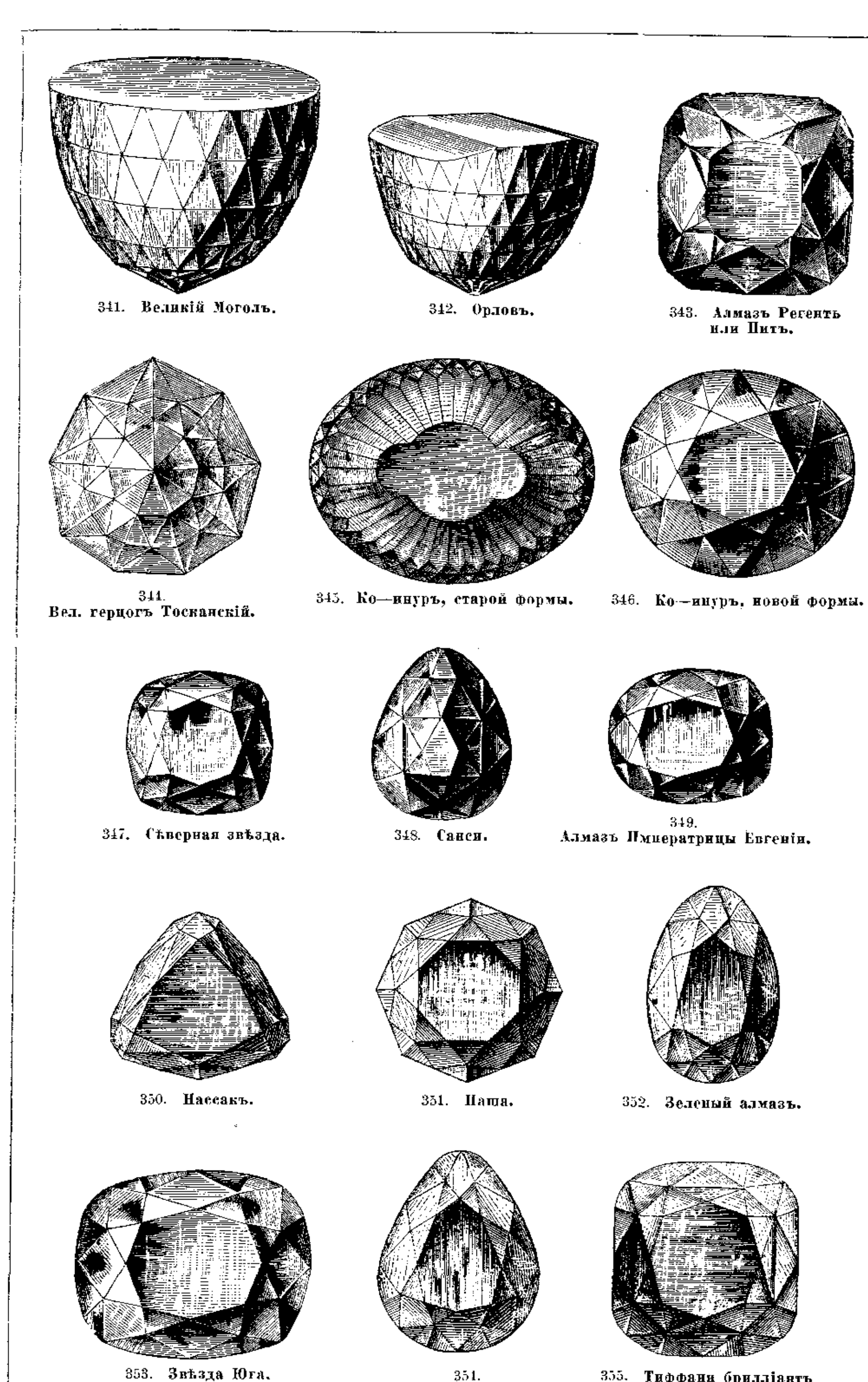
Великій моголъ (фиг. 341), получившій свое названіе по имени своего первоначальнаго владѣльца, былъ описанъ впервые Тавернье, увидѣвшимъ его при своемъ путешествіи въ Дели въ 1665. Камень былъ отшлифованъ высокой розой и представлялъ собою, по описанію Тавернье, алмазъ чистѣйшей воды вѣсомъ въ 280 каратовъ. Великій моголъ впослѣдствіи утратился и о дальнѣйшей его судьбѣ не сохранилось никакихъ свѣдѣній. Сходную съ

великимъ моголомъ огранку имѣетъ русскій алмазъ „Орловъ", принадлежавшій ранѣе одному индѣйскому князю, купленный у него императрицей Екатериной II и находящійся въ настоящее время въ скипетрѣ Русскаго Императора. Камень этотъ вѣситъ около 193 каратовъ и стоилъ $1^1/_2$ милліона рублей. Алмазъ регента или Пита (фиг. 343) принадлежалъ первоначально раджѣ Малабарскому, отъ котораго былъ пріобрѣтенъ губернаторомъ Мадрасса Питомъ, а отъ него перешелъ къ Людовику XV, королю французскому. Алмазъ пріобрѣлъ впослѣдствіи извѣстность тѣмъ, что Наполеонъ I постоянно носилъ его на эфесѣ шпаги. Алмазъ этотъ находится и до настоящаго времени въ Парижѣ, вѣситъ около 137 каратовъ и цѣнится



340. **Идеальный разрѣзъ подземныхъ работъ для добычи алмазовъ въ Кимберлеѣ въ 1890 году.**

особенно дорого за правильность своей огранки. Флорентинецъ или великій герцогъ Тосканскій (фиг. 344) принадлежитъ императору австрійскому, отшлифованъ въ видѣ девятилучевой звѣзды, обладаетъ сильной игрой, но слегка окрашенъ слабымъ желтымъ цвѣтомъ. Кохинуръ — гора свѣта, принадлежалъ сначала великому моголу, отъ котораго перешелъ къ князю Делійскому и отъ этого послѣдняго къ англичанамъ. Первоначально алмазъ этотъ вѣсилъ 186 каратовъ и имѣлъ форму, представленную на черт. 345, впослѣдствіи ему была придана форма плоскаго брилліанта (фиг. 346), причемъ вѣсъ его уменьшился до 106 каратовъ. Сѣверная звѣзда (фиг. 347) вѣсомъ въ 40 каратовъ находится въ коронѣ россійскаго императора; Санси (фиг. 348) вѣсомъ въ 53, а по другимъ даннымъ въ 33 карата, принадлежалъ французскому королю. Во время великой революціи онъ пропалъ, но по разсказамъ впослѣдствіи былъ снова найденъ и проданъ въ Индію. Императрица или алмазъ императрицы Евгеніи (фиг. 349) принадлежалъ первоначально императрицѣ Ека-

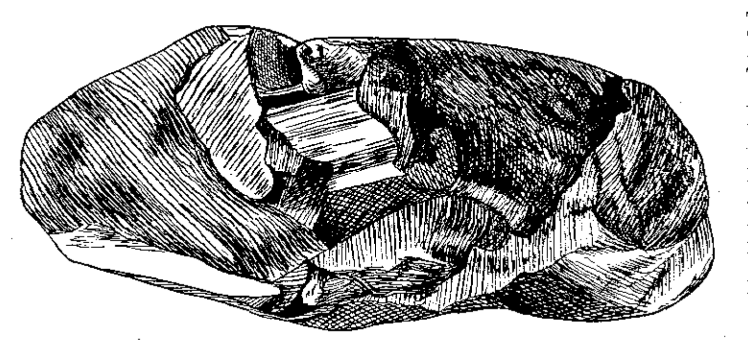


341—355. Знаменитѣйшие алмазы.

теринѣ II, которая подарила его князю Потемкину; впослѣдствіи этотъ камень былъ купленъ у потомковъ князя императоромъ Наполеономъ III, подарившимъ его своей супругѣ, императрицѣ Евгеніи. Изъ числа другихъ индійскихъ камней заслуживаетъ упоминанія Нассакъ (фиг. 350), замѣчательный своеобразной трехгранной формой и Паша (фиг. 351), принадлежащій хедифу египетскому и вѣсящій около 40 каратовъ.

Изъ Индіи же происходятъ и наиболѣе замѣчательные изъ густоокрашенныхъ алмазовъ. Изъ числа ихъ упомянемъ объ алмазѣ, принадлежащемъ лондонскому банкиру Гоппе, вѣсомъ около $44^1/_2$ карата. Алмазъ этотъ окрашенъ густымъ сапфирово-синимъ цвѣтомъ, ограненъ почти такъ же, какъ сѣверная звѣзда и купленъ г. Гоппе за 360 000 марокъ. Зеленый алмазъ (фиг. 352), хранящійся въ Дрезденской зеленой кладовой, вѣситъ около 40 каратовъ и былъ купленъ въ 1742 году за 200 000 марокъ.

Изъ бразильскихъ алмазовъ пріобрѣлъ міровую извѣстность только одинъ вѣсомъ въ $125^1/_2$ каратовъ, названный звѣздой юга (фиг. 353). Алмазъ этотъ былъ найденъ въ провинціи Минаэсъ Гераэсъ, ограненъ въ Амстердамѣ въ формѣ брилліанта и проданъ въ Индію за 1 600 000 марокъ. Въ коронѣ короля португальскаго имѣется камень вѣсомъ въ 1680 каратовъ, принимавшійся ранѣе за алмазъ и такимъ образомъ далеко оставлявшій по величинѣ всѣ извѣстныя находки алмаза. Въ настоящее время можно однако считать доказаннымъ, что камень этотъ представляетъ собою безцвѣтный топазъ, образцы котораго часто находятся въ Бразиліи, между тѣмъ какъ именно крупные алмазы составляютъ тамъ большую рѣдкость.



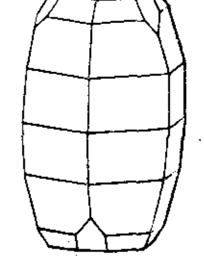
356. **Величайшій изъ до сихъ поръ найденныхъ алмазовъ „Энзельсіоръ“.** Въ натур. велич.

Одною изъ первыхъ находокъ алмаза въ южной Африкѣ былъ алмазъ въ $83^1/_2$ карата вѣсомъ, названный звѣздою южной Африки. Послѣ огранки, при которой ему была придана овальная форма (см. фиг. 354), камень вѣсилъ $46^1/_2$ каратовъ. Позже въ южной Африкѣ было найдено много большихъ камней, изъ которыхъ наиболѣе замѣчательными являются два камня довольно правильной октаэдрической формы вѣсомъ въ 457 и 428 каратовъ, а равно и самый большой изъ когда либо найденныхъ алмазовъ вѣсомъ въ $971^3/_4$ карата, названный экзельсіоромъ и найденный 30-го іюня 1893 года на копяхъ Егерфонтейнъ. Камень этотъ (см. фиг. 356) окрашенъ красивымъ голубовато-бѣлымъ цвѣтомъ и цѣнится свыше милліона марокъ. Въ южной же Африкѣ былъ найденъ Тиффани-брилліантъ, названный такъ по имени своего владѣльца и окрашенный красивымъ желтымъ цвѣтомъ. Камень этотъ вѣситъ около $125^1/_4$ каратовъ.

Большая цѣна алмаза заставляетъ часто прибѣгать къ поддѣлкамъ подъ нихъ. Изъ такихъ поддѣлокъ прежде всего слѣдуетъ упомянуть объ искусственной окраскѣ настоящихъ, но имѣющихъ некрасивый желтый цвѣтъ алмазовъ. Такіе камни покрываются сверху тонкимъ слоемъ синей краски и кажутся безцвѣтными до тѣхъ поръ, пока окраска не сойдетъ и естественный желтый цвѣтъ камня снова не выступитъ. Подобныя поддѣлки откры-

ваются подъ увеличительнымъ стекломъ, для чего однако требуется нѣкоторый навыкъ со стороны лица, производящаго изслѣдованіе. Поддѣлки подъ алмазы изъ стекла легко отличаются по малой твердости. Тѣмъ же признакомъ въ связи съ удѣльнымъ вѣсомъ и игрою руководствуются для опредѣленія поддѣлокъ подъ алмазы изъ другихъ менѣе цѣнныхъ камней. Такъ поддѣлки изъ горнаго хрусталя, называемаго иногда мармарошскимъ алмазомъ, легко отличаются по меньшему удѣльному вѣсу, (2,6), вслѣдствіе чего горный хрусталь всплываетъ въ іодистомъ метиленѣ, тогда какъ алмазъ тонетъ и по меньшей твердости. Безцвѣтные бразильскіе топазы легко отличаются по меньшей твердости (8 вмѣсто 10).

Изъ числа болѣе рѣдкихъ камней, сходныхъ съ алмазомъ и, иногда, продающихся за алмазы, заслуживаютъ упоминанія фенакитъ — по составу кремнекислая соль бериллія, безцвѣтный корундъ и гіацинтъ, утратившій свой цвѣтъ послѣ продолжительной прокалки. Фенакитъ принадлежитъ къ числу рѣдкихъ камней, встрѣчающихся въ извѣстныхъ изумрудныхъ копяхъ близъ деревни Токовой на Уралѣ и въ горѣ Монте-Антеро въ штатѣ Колорадо. Фенакитъ напоминаетъ алмазъ блескомъ и игрою своихъ граней, но отличается отъ него меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,0) и значительно меньшей твердостью $7^3/_4$. Безцвѣтный корундъ отличается большимъ удѣльнымъ вѣсомъ 4,1. Тѣмъ же признакомъ отличается и гіацинтъ, удѣльный вѣсъ котораго является наибольшимъ (4,6) среди всѣхъ остальныхъ драгоцѣнныхъ камней. Цвѣтные алмазы попадаются крайне рѣдко, почему мы здѣсь не приводимъ признаковъ для отличія ихъ отъ поддѣлокъ и ограничимся въ этомъ отношеніи лишь указаніемъ на большую твердость алмаза, которая въ большинствѣ случаевъ оказывается достаточною для отличія его отъ поддѣлокъ.


357. Бочкообразный кристаллъ корунда.

Многочисленныя попытки искусственнаго полученія алмазовъ были до сихъ поръ неудачны, такъ какъ ими не было получено ни одного камня, заслуживающаго шлифовки. Всѣ эти попытки имѣютъ поэтому пока лишь чисто научное, а не промышленное значеніе.

Корундъ, рубинъ, сапфиръ; наждакъ.

Корундъ занимаетъ второе мѣсто послѣ алмаза по своей твердости (9 вмѣсто 10), хотя нѣкоторыя окрашенныя разновидности этого минерала, каковы, напримѣръ, пурпурово-красные рубины, цѣнятся дороже настоящаго алмаза. Корундъ встрѣчается въ природѣ въ видѣ шестиугольныхъ призмъ, которыя иногда пріобрѣтаютъ бочкообразный видъ (357) вслѣдствіе появленія граней пирамиды притупляющихъ ребра призмы.

Кромѣ отдѣльныхъ прозрачныхъ кристалловъ, пригодныхъ для шлифовки, корундъ встрѣчается въ видѣ большихъ непрозрачныхъ кристалловъ сѣраго цвѣта — обыкновенный корундъ и въ видѣ кристаллическихъ, частью землистыхъ съ примѣсью глины массъ бураго цвѣта — наждакъ. Обѣ эти разновидности корунда идутъ на приготовленіе шлифовальнаго порошка для шлифовки драгоцѣнныхъ камней, металловъ, зеркальнаго стекла и другихъ предметовъ, причемъ порошокъ изъ кристаллическаго корунда примѣняется для шлифовки болѣе твердыхъ, а наждакъ — для болѣе мягкихъ предметовъ, такъ какъ этотъ послѣдній, вслѣдствіе присутствія въ немъ различныхъ примѣсей, значительно мягче порошка изъ кристаллическаго корунда. Для многихъ цѣлей изъ зерненнаго наждака готовятъ прессованіемъ подъ большимъ давленіемъ шлифовальные круги, играющіе большую роль въ обработкѣ металловъ. Для полировки дерева и другихъ мягкихъ предметовъ

готовится наждачная бумага, полотно, хотя при приготовленіи этихъ издѣлій наждакъ часто замѣняютъ менѣе цѣннымъ кварцемъ, стекломъ, гранатомъ и т. п. По составу корундъ представляетъ собою окись аллюминія, являясь въ этомъ отношеніи веществомъ сходнымъ съ глиною, пользующимся громаднымъ распространеніемъ въ земной корѣ и принимающимъ существенное участіе въ ея строеніи. Важнѣйшее мѣсторожденіе обыкновеннаго корунда находится въ штатѣ Колорадо близъ мѣстечекъ Корундъ-Гилль и Сафиръ. Въ названныхъ мѣстахъ имѣются жилы мощностью до 5 метровъ, залегающія среди оливиновыхъ породъ и кристаллическихъ сланцевъ. Въ составѣ жилъ содержится до 15% корунда, въ видѣ кристалловъ различной величины, сопровождающихся кристаллами слюды и асбеста, также находящими себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ. Добытая порода измельчается подъ бѣгунами и изъ нея извлекаютъ корундъ отсадкою на рѣшетахъ. Цѣна одной тонны корунда колеблется въ зависимости отъ его чистоты отъ 60 до 200 долларовъ и одними Соединенными Штатами потребляется ежегодно около 6000 тоннъ корунда для потребностей шлифовальнаго дѣла.

Большою извѣстностью пользуются также мѣсторожденія наждака близъ города Смирны въ Малой Азіи и на островѣ Наксосѣ. Наждакъ этихъ мѣсторожденій содержитъ до 70% корунда и залегаетъ среди известняковъ. Ежегодно добывается до 4000 тоннъ наждака, который продается по 50 марокъ за тонну.

Прозрачныя разновидности корунда называются благороднымъ корундомъ и относятся къ числу драгоцѣнныхъ камней перваго класса. Въ зависимости отъ цвѣта различаютъ слѣдующія разновидности благороднаго корунда: Рубинъ — корундъ, окрашенный въ различные оттѣнки краснаго цвѣта отъ свѣтло до пурпурово-краснаго, иногда съ нѣжнымъ голубоватымъ отливомъ; сапфиръ или синій корундъ — окрашенный въ самые разнообразные оттѣнки синяго цвѣта. Значительно рѣже встрѣчаются желтые сапфиры или восточные топазы — нѣжнаго винно-желтаго цвѣта, очень цѣнимые знатоками за красивую игру; фіолетовый рубинъ или восточный аметистъ — окрашенный густымъ фіолетовымъ цвѣтомъ. Наконецъ большую рѣдкость составляютъ такъ называемые звѣздчатые сапфиры, которые, будучи отшлифованы въ формѣ капюшона нижняя грань котораго параллельна основанію призмы естественнаго кристалла, даютъ отчетливый рисунокъ шестилучевой звѣзды. Явленіе это, называемое астеризмомъ, особенно свойственно сапфирамъ съ острова Цейлона и зависитъ, вѣроятно, отъ правильно расположенныхъ въ кристаллѣ посторонних включеній.

Благородный корундъ встрѣчается чаще всего въ видѣ кристалловъ и зеренъ неправильнаго очертанія въ розсыпяхъ, хотя извѣстны и коренныя мѣсторожденія этого минерала, напримѣръ сапфировъ въ базальтовой лавѣ.

Рубинъ подобно другимъ разновидностямъ благороднаго корунда характеризуется большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (около 4,0) и большою твердостью 9, уступая въ этомъ отношеніи только алмазу. Рубины шлифуются чаще всего въ формѣ брилліанта. Въ различныхъ разсказахъ часто упоминается о большихъ рубинахъ въ нѣсколько сотъ каратовъ вѣсомъ, но такіе экземпляры составляютъ, во всякомъ случаѣ, большую рѣдкость, такъ какъ даже камни въ 10 каратовъ встрѣчаются уже рѣдко, гораздо рѣже, чѣмъ равные имъ по величинѣ алмазы. Замѣчательнѣйшія мѣсторожденія рубиновъ находятся въ Азіи и особенно славится ими Бирма, хотя объ этихъ мѣсторожденіяхъ нѣтъ никакихъ болѣе точныхъ указаній, такъ какъ внутренность этого государства сдѣлалась доступною для европейцевъ лишь со времени водворенія здѣсь въ 1886 году британскаго владычества. Въ розсыпяхъ Цейлона, доставляющихъ большое количество другихъ разновидностей благороднаго корунда, рубинъ встрѣчается рѣдко. Мѣсторожденія рубиновъ въ

Тянъ-Шанѣ мало извѣстны, а въ мѣсторожденіяхъ корунда въ Сѣверной Америкѣ рубины попадаются лишь какъ случайныя находки.

Главная масса сапфировъ, равно какъ и восточныхъ топазовъ и аметистовъ, добывается на островѣ Цейлонѣ, причемъ крупные сапфиры встрѣчаются гораздо чаще крупныхъ рубиновъ. Въ бразильскихъ алмазоносныхъ розсыпяхъ сапфиры также встрѣчаются довольно часто, а отдѣльныя находки этого камня попадаются иногда и въ Сѣверной Америкѣ.

Рубинъ вмѣстѣ съ бирюзой являются, какъ объ этомъ было уже говорено во введеніи, единственными драгоцѣнными камнями, искусственное полученіе которыхъ можно считать вполнѣ удавшимся. Лабораторнымъ путемъ были получены камни, ничѣмъ не отличающіеся отъ естественныхъ камней, вѣсомъ около $^1/_3$ карата и хорошо принимающіе шлифовку.

Большая цѣна рубиновъ служитъ причиною частыхъ случаевъ продажи другихъ менѣе цѣнныхъ камней за рубины. Изъ такихъ камней прежде всего слѣдуетъ указать на различныя разновидности шпинели — аллюминатъ магнезіи, извѣстныхъ въ продажѣ подъ именемъ рубинъ-шпинели — разновидности густого краснаго цвѣта и рубинъ-баллэ — свѣтло-краснаго цвѣта. Отъ настоящаго рубина шпинель легко отличается меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,5) и меньшей твердостью (8 по скалѣ Мооса). Прозрачные экземпляры шпинели находятся въ розсыпяхъ на островѣ Цейлонѣ въ провинціи Мизорѣ въ Индіи, въ Бирмѣ и Новомъ Южномъ Валлисѣ. Окатанные экземпляры шпинели позволяютъ еще различить правильную октаэдрическую форму. Въ шпинели, какъ и въ корундѣ, нельзя замѣтить спайности и изломъ представляется раковистымъ. Рубинъ-шпинель шлифуется въ формѣ брилліанта, шпинель-баллэ въ видѣ таблицъ.

Красный турмалинъ или рубеллитъ также продается подъ именемъ сибирскаго рубина, равно какъ и нѣкоторыя разновидности граната (см. выше). Розовые бразильскіе топазы также продаются за бразильскій рубинъ, хотя они легко отличаются отъ настоящихъ рубиновъ меньшими твердостью и удѣльнымъ вѣсомъ.

На рынкѣ стараются часто сбыть синій кіанитъ за сапфиръ. Кіанитъ встрѣчается въ видѣ прозрачныхъ, хорошо образованныхъ и заслуживающихъ шлифовки кристалловъ въ мало извѣстныхъ европейцамъ мѣсторожденіяхъ Бразиліи и Индіи. Кіанитъ окрашенъ красивымъ синимъ цвѣтомъ, но легко отличается отъ настоящихъ сапфировъ меньшей твердостью, представляя въ этомъ отношеніи ту замѣчательную особенность, что твердость ихъ различна по различнымъ направленіямъ, колеблясь въ предѣлахъ отъ 5 до $7^1/_2$.

За сапфиръ же часто продается кордіеритъ, называемый иногда дихроитомъ за свой сильный дихроизмъ и луксъ-сапфиромъ за свое сходство съ этимъ послѣднимъ минераломъ. Кордіеритъ встрѣчается въ видѣ отдѣльныхъ хорошо образованныхъ и заслуживающихъ шлифовки кристалловъ въ розсыпяхъ острова Цейлона, или вросшимъ въ гранитъ и гнейсъ близъ Боденмайса въ Баваріи и Оріерви въ Финляндіи. Отъ настоящаго сапфира кордіеритъ легко отличается по своему дихроизму, меньшей твердости ($7^1/_2$ вмѣсто 9) и удѣльному вѣсу 2,6 вмѣсто 4.

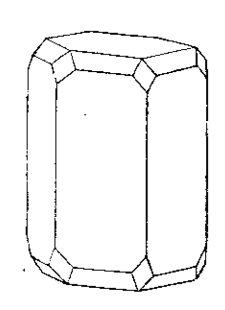
Хризобериллъ.

Хризобериллъ представляетъ третій по твердости минералъ въ ряду другихъ минераловъ (твердость хризоберилла $8^1/_2$ по скалѣ Мооса) и является по составу смѣсью окиси бериллія съ окисью аллюминія. Мѣсторожденія хризоберилла крайне рѣдки и находятся въ Бразиліи, гдѣ минералъ этотъ попадается въ розсыпяхъ и въ Россіи въ мѣсторожденіяхъ изумруда и другихъ драгоцѣнныхъ камней близъ деревни Токовой на Уралѣ, гдѣ хризобериллъ вмѣстѣ съ другими камнями является вросшимъ въ слюдяной сланецъ. Бра-

зильскій хризобериллъ является обыкновенно окрашенными слабымъ желтымъ цвѣтомъ и называется цимофаномъ; рѣже встрѣчаются хризобериллы нѣжнаго снѣжно-бѣлаго цвѣта, обладающіе подобно кошачьему глазу способностью играть радужными цвѣтами, для чего они шлифуются обыкновенно въ формѣ капюшона. Образцы уральскаго хризоберилла, называемаго также александритомъ, обладаютъ дихроизмомъ въ высокой степени совершенства, являясь окрашенными зеленымъ цвѣтомъ въ направленіи главной оси и красноватымъ въ направленіи къ ней перпендикулярномъ. Тотъ же красный цвѣтъ получается и по другимъ направленіямъ, если разсматривать александритъ при свѣтѣ лампы.

Бериллъ, изумрудъ, аквамаринъ.

Бериллъ представляетъ по составу кремнекислую соль бериллія — и въ видѣ непрозрачныхъ кристалловъ бѣловатаго или желѣзнаго цвѣта — обыкновенный бериллъ часто встрѣчается въ природѣ вросшимъ въ крупно-зернистый гранитъ, причемъ кристаллы получаютъ нерѣдко весьма значительные размѣры, являясь въ видѣ большихъ шестиугольныхъ призмъ (см. фиг. 358). Бериллъ обладаетъ совершенной спайностью параллельно основаніямъ призмы, и древніе греки и римляне носили тонкія пластинки изъ прозрачнаго берилла, какъ очки, для защиты глазъ отъ солнечныхъ лучей. Прозрачные и красиво окрашенные экземпляры берилла называются благороднымъ берилломъ, среди разновидностей котораго различаютъ: изумрудъ, окрашенный густымъ зеленымъ цвѣтомъ, аквамаринъ, окрашенный слабымъ зеленымъ цвѣтомъ, сходнымъ съ цвѣтомъ морской волны и благородный желтый бериллъ, встрѣчающійся исключительно въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки. Всѣ перечисленныя разновидности берилла характеризуются малымъ удѣльнымъ вѣсомъ — 2,7 и небольшою, сравнительно, твердостью — около $7^1/_2$ по скалѣ Мооса.



358.
Кристаллъ-бериллъ.

Изумрудъ въ противоположность другимъ драгоцѣннымъ камнямъ лишь крайне рѣдко встрѣчается въ розсыпяхъ, обыкновенно же онъ находится въ коренныхъ мѣсторожденіяхъ вросшимъ въ слюдяный сланецъ или известнякъ. Изумрудъ былъ извѣстенъ еще во времена глубокой древности, когда онъ добывался египтянами близъ мѣстечка Коссеиръ на берегахъ Краснаго моря. Весьма вѣроятно, что въ послѣдующія времена иногда попадали въ обращеніе изумруды изъ копей близъ деревни Токовой на Уралѣ, но во всякомъ случаѣ изумруды представляли большую рѣдкость вплоть до времени открытія Америки. При завоеваніи Мексики въ руки испанцевъ попала масса изумрудовъ и начиная съ этихъ поръ и до настоящаго времени южная Америка остается главнымъ поставщикомъ изумрудовъ превосходнаго качества. Мѣсторожденія изумруда находятся въ Кордильерахъ въ Колумбіи къ востоку отъ Ріо Магдалины близъ мѣстечка Муцо, причемъ изумруды являются здѣсь вросшими въ известнякъ и добываются открытыми работами. Упомянутыя уже мѣсторожденія изумрудовъ близъ деревни Токовой на Уралѣ начали разрабатываться съ 1830 года. Изумрудныя копи имѣются также въ Тиролѣ въ Зальцбургскихъ Альпахъ въ долинѣ Хабахталя, тянущейся отъ Оберъ Пинцгау на югъ къ ледниковымъ покровамъ группы Венеціанскихъ ледниковъ. Изумрудъ встрѣчается здѣсь вросшимъ въ слюдяной сланецъ, копи разрабатываются уже давно, но выходъ изумрудовъ, заслуживающихъ шлифовки, здѣсь ничтоженъ. Сѣверная Америка доставляетъ крайне ограниченное число экземпляровъ изумруда съ копей Стонни-Пуэнтъ въ Сѣверной Каро-

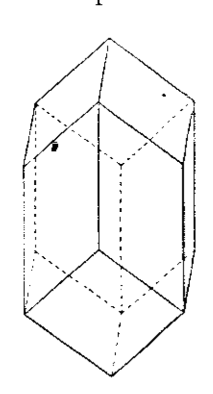
линѣ. Слѣдуетъ еще замѣтить, что извѣстныя по богатству и разнообразію доставляемыхъ ими камней минеральныя копи Бразиліи и Цейлона вовсе не содержатъ изумруда, и что вопросъ о томъ, откуда происходятъ такъ называемые индійскіе изумруды, остается до сихъ поръ невыясненнымъ.

Изумрудъ встрѣчается часто большими кристаллами, которые однако рѣдко бываютъ сплошь прозрачными. Обыкновенно въ нихъ имѣются непрозрачныя мѣста и часто наблюдаются включенія листочковъ слюды. Въ силу этого обстоятельства большіе и совершенно прозрачные кристаллы изумруда цѣнятся даже дороже равныхъ съ ними по величинѣ кристалловъ алмаза. Раньше изумрудъ шлифовался обыкновенно въ формѣ таблицъ, какъ формѣ, наиболѣе соотвѣтствующей спайнымъ осколкамъ этого камня. Въ новѣйшее время изумрудамъ часто придаютъ форму бриліанта.

Парижскому химику Хотефейлю удалось получить небольшіе кристаллы изумруда сплавленіемъ его составныхъ частей съ прибавленіемъ въ качествѣ окрашивающаго вещества небольшихъ количествъ окиси хрома.

Число минераловъ, близко подходящихъ къ изумруду по своему цвѣту и наружной формѣ, представляется довольно значительнымъ. Всѣ эти минералы продаются часто за настоящіе изумруды и важнѣйшіе изъ нихъ — слѣдующіе:

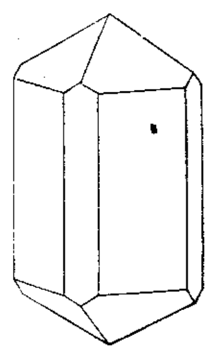
Хризолитъ или благородный оливинъ, представляющій по составу кремнекислую соль магнезіи и окрашенный небольшою примѣсью закиси желѣза въ зеленый, переходящій слегка въ желтый цвѣтъ. Хризолитъ часто продается ювелирами за блѣдно окрашенный изумрудъ, но стоитъ несравненно дешевле этого послѣдняго минерала. Встрѣчается хризолитъ исключительно въ розсыпяхъ и изъ мѣсторожденій его особенно замѣчательны розсыпи въ Египтѣ, Бразиліи и на островѣ Цейлонѣ, гдѣ онъ встрѣчается вмѣстѣ съ другими драгоцѣнными камнями. О хризолитѣ съ острова Цейлона будетъ сказано ниже въ статьѣ о турмалинѣ. Отъ настоящаго изумруда хризолитъ легко отличается большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,3 противъ 2,7) и меньшею твердостью.


359. Кристаллъ мѣднаго изумруда (діоптаза).

Въ мѣсторожденіи Стонни-Пуэнтъ въ Сѣверной Каролинѣ встрѣчается вмѣстѣ съ изумрудомъ минералъ гидденитъ, очень похожій на изумрудъ по своей окраскѣ и представляющій по составу кремнекислое соединеніе алюминія и литія. Гидденитъ очень цѣнится въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ онъ продается подъ именемъ литіеваго изумруда. Отъ настоящаго изумруда онъ, подобно хризолиту, легко отличается своимъ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,2) и меньшею твердостью $6^1/_2$—7.

Здѣсь будетъ умѣстнымъ упомянуть еще о діоптазѣ или мѣдномъ изумрудѣ, названномъ такъ за свой густой изумрудно зеленый цвѣтъ. Отъ изумруда этотъ минералъ легко отличается значительно меньшей твердостью (5), малой прозрачностью — онъ только просвѣчиваетъ въ краяхъ — и большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,3). Діоптазъ встрѣчается въ Россіи, Персіи, Бухарѣ и др. мѣстахъ, гдѣ онъ употребляется на выдѣлку украшеній. Важнѣйшія мѣсторожденія діоптаза находятся въ западныхъ отрогахъ Алтайскихъ горъ, гдѣ встрѣчаются вросшіе въ известнякъ кристаллы діоптаза въ формѣ призмъ, заостренныхъ по концамъ гранями ромбоэдра (фиг. 359). Кромѣ Алтайскихъ горъ валуны діоптаза встрѣчаются въ золотоносныхъ розсыпяхъ долины рѣки Енисея и въ ограниченномъ количествѣ въ государствѣ Конго. По химическому составу діоптазъ представляетъ собою кремнекислую соль мѣди. Цѣна діоптаза на европейскихъ рынкахъ не велика по причинѣ малой

его прозрачности и твердости. Кромѣ перечисленныхъ продаются иногда за изумрудъ — зеленый бразильскій турмалинъ и одна изъ разновидностей граната-демантоидъ. Демантоидъ легко отличается отъ изумруда меньшей твердостью, а турмалинъ — сильнымъ дихроизмомъ. Кристаллы турмалина представляются несравненно гуще окрашенными, если ихъ разсматривать черезъ грани призмы, чѣмъ по направленію вдоль этихъ послѣднихъ. Аквамаринъ. Аквамаринъ встрѣчается гораздо чаще изумруда въ видѣ большихъ кристалловъ, обладающихъ совершенною прозрачностью, почему цѣнится гораздо дешевле изумруда. Аквамаринъ встрѣчается вросшимъ въ коренную породу или въ видѣ валуновъ въ розсыпяхъ. Цвѣтъ аквамарина свѣтлый голубовато-зеленый, почему вставки для приданія имъ болѣе густой окраски шлифуются обыкновенно въ видѣ брилліанта. Густо окрашенные, сходные по цвѣту съ сапфиромъ экземпляры аквамарина встрѣчаются только въ Сѣверной Америкѣ въ штатѣ Массачусетсѣ, близъ мѣстечка Роульстоуна. Въ Бразиліи аквамаринъ встрѣчается иногда кристаллами въ нѣсколько фунтовъ вѣсомъ въ розсыпяхъ. Изъ русскихъ мѣсторожденій замѣчательны мѣсторожденія близъ деревень Шайтонки и Мурзинки на Уралѣ, гдѣ встрѣчаются кристаллы аквамарина въ 2—3 дециметра длиною, вросшіе въ крупнозернистый гранитъ. Въ Сибири аквамаринъ находится въ Нерчинскомъ краѣ въ Забайкальѣ. На островѣ Цейлонѣ и въ Остъ-Индіи аквамаринъ встрѣчается сравнительно рѣдко и вся вообще Азія за исключеніемъ упомянутыхъ мѣстностей Урала и Сибири бѣдна имъ. Наконецъ въ Сѣверной Америкѣ кристаллы аквамарина, кромѣ упомянутаго уже мѣсторожденія близъ Роульстоуна, встрѣчаются еще во многихъ мѣстахъ въ штатахъ Сѣверной Каролинѣ и Колорадо.



360. **Цирконъ.**

Близко къ аквамарину подходятъ по своему цвѣту нѣкоторыя разновидности топаза, легко отличающіяся отъ аквамарина своимъ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (3,5). Благодаря этому кристаллы топаза тонутъ въ іодистомъ метиленѣ, тогда какъ кристаллы аквамарина плаваютъ въ немъ.

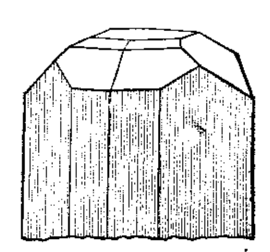
Цирконъ.

Цирконъ принадлежитъ къ числу крайне рѣдкихъ въ природѣ минераловъ. Красновато-желтая, слегка переходящая въ бурую прозрачная разновидность циркона называется гіацинтомъ и пользуется въ настоящее время сравнительно малымъ сбытомъ. Безцвѣтные же кристаллы циркона, которые можно получить искусственно прокаливаніемъ окрашенныхъ кристалловъ, очень цѣнятся за ихъ игру, сходную съ игрою алмаза, за который они часто и продаются. Цирконъ обладаетъ наибольшимъ среди другихъ драгоцѣнныхъ камней удѣльнымъ вѣсомъ, 4,2, по которому онъ легко отличается отъ всѣхъ остальныхъ минераловъ этой группы. По составу цирконъ представляетъ кремнекислую соль цирконія — металла, пользующагося крайне ограниченнымъ распространеніемъ въ земной корѣ. Кристаллизуется цирконъ въ формѣ квадратныхъ призмъ, ребра которыхъ притуплены четырьмя другими плоскостями, а концы заострены, какъ на фиг. 368, гранями пирамиды. Цирконъ встрѣчается вмѣстѣ съ другими драгоцѣнными камнями въ розсыпяхъ Бразиліи, Цейлона и Австраліи. Слѣдуетъ сказать, что за настоящій гіацинтъ часто продается сходный съ нимъ по цвѣту эссонитъ — одна изъ разновидностей граната. Большой удѣльный вѣсъ гіацинта позволяетъ легко отличить настоящій гіацинтъ отъ эссонита.

Топазъ.

Топазъ по химическому составу представляетъ соединеніе аллюминія съ кремнеземомъ и фторомъ. Твердость 8, уд. в. 3,5. Топазъ пользуется довольно значительнымъ распространеніемъ въ природѣ, являясь или вросшимъ въ гранатъ вмѣстѣ съ оловяннымъ камнемъ, или въ видѣ валуновъ въ розсыпяхъ вмѣстѣ съ другими драгоцѣнными камнями. Топазъ кристаллизуется въ формѣ ромбическихъ призмъ, на концѣ которыхъ часто встрѣчаются другія грани, показанныя на прилагаемой фиг. 361. Кристаллы обладаютъ совершенной спайностью по направленію, перпендикулярному къ гранямъ призмы, почему при обращеніи съ ними слѣдуетъ быть особенно осторожнымъ. Кристаллы часто достигаютъ 10 и болѣе сантиметровъ длины. Вслѣдствіе совершенной спайности по одному направленію топазъ шлифовался ранѣе въ формѣ таблицъ съ однимъ или нѣсколькими поясами боковыхъ граней. Въ настоящее время топазъ, какъ и большинство другихъ прозрачныхъ камней, шлифуется бриліантомъ, что значительно увеличиваетъ его игру.

Изъ мѣсторожденій топаза особенно важное значеніе для ювелировъ имѣютъ мѣсторожденія Ріо Бельмонте въ Бразиліи, въ провинціи Минаэсъ Гераэсъ. Здѣсь находятся безцвѣтные топазы, называемые за свою прозрачность каплями воды и продаваемые иногда за алмазы, отъ которыхъ они отличаются значительно меньшей твердостью. Къ числу этихъ топазовъ принадлежитъ упоминавшійся ранѣе камень „Браганца“ въ 1680 каратовъ вѣсомъ, хранящійся въ сокровищницѣ короля португальскаго и принимавшійся ранѣе за алмазъ. Золотисто или медово-желтыми топазами славится мѣстечко Дуро Прето, прежде называвшееся Вилла Рика — главный городъ провинціи Минаэсъ Гераэсъ. При накаливаніи безъ доступа воздуха — напримѣръ въ угольномъ порошкѣ топазы эти мѣняютъ свой цвѣтъ на розовый и въ такомъ видѣ продаются подъ именемъ бразильскихъ рубиновъ. Въ Россіи находится много мѣсторожденій топаза, который встрѣчается здѣсь въ розсыпяхъ въ южномъ Уралѣ. Кристаллы уральскихъ топазовъ имѣютъ иногда красивый синевато-зеленый цвѣтъ и продаются частью подъ собственнымъ именемъ, а частью подъ именемъ аквамарина, отъ котораго легко отличаются тѣмъ, что тонутъ въ іодистомъ метиленѣ, вслѣдствіе своего большого удѣльнаго вѣса (3,5). Нѣкоторые бразильскіе топазы имѣютъ красивый сапфирово-синій цвѣтъ и продаются подъ именемъ бразильскихъ сапфировъ. Наконецъ въ новѣйшее время стало поступать на рынокъ большое количество японскихъ топазовъ, по цвѣту сходныхъ съ аквамариномъ. Топазы встрѣчаются здѣсь въ розсыпяхъ въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ съ обтертыми ребрами и углами. Въ Саксоніи также встрѣчаются топазы близъ мѣстечка Ауэрбахъ въ Фогтландѣ. Къ сожалѣнію саксонскіе топазы слабо окрашены и отличаются плохой игрой, почему они рѣдко заслуживаютъ шлифовки. Большое количество замѣчательныхъ по величинѣ топазовъ этого мѣсторожденія хранится въ Дрезденѣ.



361. Топазъ изъ Шнекенштейна въ Саксоніи.

Въ продажѣ встрѣчаются поддѣлки подъ топазъ изъ стекла, окрашеннаго въ желтый цвѣтъ окисью урана. Иногда за топазъ продается цитринъ — желтый кварцъ, легко отличающійся отъ него меньшей твердостью и удѣльнымъ вѣсомъ (2,6 вмѣсто 3,5).

Опалъ, благородный опалъ.

Опалъ представляетъ по составу аморфную кремневую кислоту съ примѣсью небольшихъ количествъ воды и встрѣчается въ видѣ натековъ въ

пустотахъ новѣйшихъ вулканическихъ породъ, гдѣ онъ образовался вѣроятно вслѣдствіе осажденія изъ горячихъ растворовъ. Опалъ полупрозраченъ и его разновидности — благородный и огненный опалы очень цѣнятся любителями за свою игру.

Благородный опалъ представляетъ полупрозрачный минералъ молочно-бѣлаго цвѣта, обладающій своеобразною игрою, заключающейся въ томъ, что на поверхности камня появляются блестящія, зеленыя, красныя, желтыя и голубоватыя точки, измѣняющія свое положеніе при поворотѣ камня. Наиболѣе цѣнятся камни, дающіе зеленый и розовый отливъ. Опалъ обладаетъ сравнительно малой твердостью (около $6^1/_2$ по скалѣ Мооса), хрупокъ и легко ломается, такъ какъ самая игра камня зависитъ по всей вѣроятности отъ множества мелкихъ трещинъ, но, несмотря на это, онъ хорошо шлифуется и цѣнится за своеобразную игру. Шлифуется опалъ всегда въ формѣ капюшона съ овальнымъ основаніемъ. Опалъ былъ извѣстенъ уже древнимъ римлянамъ. Важнѣйшія мѣсторожденія опала находятся близъ Дубника въ Венгріи, въ отрогахъ Карпатскихъ горъ близъ прославленнаго своими виноградниками города Токая и въ новѣйшее время были открыты богатыя мѣсторожденія этого минерала близъ горы: „Замѣчательной“ (Mount Remarquable) въ южной Австраліи. Въ обоихъ мѣсторожденіяхъ ведется правильная добыча опала, причемъ опалъ изъ венгерскихъ мѣсторожденій называется иногда восточнымъ опаломъ, вѣроятно изъ пристрастія ювелировъ ко всему восточному. Въ австралійскихъ мѣсторожденіяхъ опалъ образуетъ тонкую корку на коренной породѣ или выполняетъ содержащіяся въ ней пустоты. Эти опалы часто шлифуются такимъ образомъ, что въ основаніи камня оставляется тонкая пластинка породы, придающая ему большую прочность, такіе камни называются черными опалами. Богатое собраніе опаловъ находится въ казнохранилищѣ императора австрійскаго въ Вѣнѣ и самый большой изъ нихъ имѣетъ до 10 сантиметровъ длины. Поддѣлки подъ опалъ изъ стразъ легко отличаются отъ настоящаго опала.

Огненнымъ опаломъ называется опалъ красиваго огненно краснаго цвѣта. Онъ обладаетъ меньшею игрою и цѣнится дешевле благороднаго опала. Мѣсторожденія его находятся близъ мѣстечка Цимапанъ въ Мексикѣ.

Бирюза.

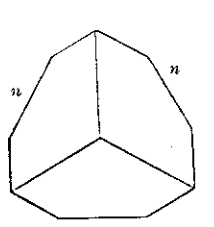
Бирюза представляетъ собою минералъ свѣтло-голубого и зеленовато-голубого цвѣта, причемъ наиболѣе цѣнятся экземпляры бирюзы, окрашенные небесно-голубымъ цвѣтомъ. Бирюза шлифуется въ формѣ капюшона и хорошо полируется, не смотря на малую сравнительно твердость (6 по скалѣ Мооса). Бирюза извѣстна со временъ глубокой древности и описана еще Плиніемъ подъ именемъ каллаи, откуда происходитъ и современное названіе бирюзы калаитомъ. Бирюза была извѣстна также и первобытнымъ жителямъ Америки во время покоренія послѣдней испанцами. По составу бирюза представляетъ собою водную фосфорнокислую соль аллюминія съ примѣсью небольшого количества мѣдныхъ солей, отъ которыхъ зависитъ и окраска бирюзы. На воздухѣ бирюза блѣднѣетъ и становится зеленоватою.

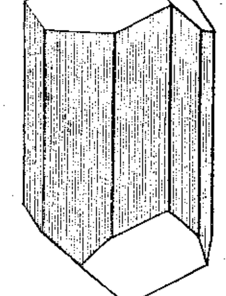
Наибольшей извѣстностью пользуется мѣсторожденіе бирюзы близъ Нишапури въ провинціи Хорасанѣ въ Персіи, гдѣ она содержится въ трещинахъ трахита. Около 200 рабочихъ заняты здѣсь добычею бирюзы частью подземными, а частью открытыми работами. Вся добытая бирюза свозится въ Мешхедъ — главный городъ Хорасана, пользующійся извѣстностью какъ центръ торговли европейскими товарами. Лучшіе камни большихъ размѣровъ (иногда въ нѣсколько дюймовъ длиною) покупаются отдѣльно отъ остальныхъ. Цѣна лучшей бирюзы въ Мешхедѣ составляетъ около 4000—5000 марокъ за килограммъ. Въ Европу бирюза поступаетъ, главнѣйше, черезъ

Россію. Бирюза худшаго качества остается въ Персіи и употребляется туземцами для амулетовъ, для украшеній рукоятокъ кинжаловъ и шпагъ, причемъ пятна и другіе пороки большихъ камней скрываются гравировкою на нихъ различныхъ рисунковъ и изреченій изъ корана. Годовая добыча бирюзы въ Нишапурѣ оцѣнивается среднимъ числомъ въ 40 000—50 000 марокъ.

Въ аналогичныхъ условіяхъ залеганія находится бирюза въ долинѣ Мегары на Синайскомъ полуостровѣ. Значительное развитіе подземныхъ работъ, а равно и многочисленные барельефы и іероглифическія надписи свидѣтельствуютъ о глубокой древности разработокъ этого мѣсторожденія. Попытки возобновить здѣсь добычу бирюзы не удались, между тѣмъ какъ близъ города Санта Фе въ Мексикѣ въ настоящее время возобновлена разработка мѣсторожденія, извѣстнаго еще до временъ завоеванія страны испанцами. Добываемая здѣсь бирюза обыкновенно окрашена зеленоватымъ цвѣтомъ. Экземпляры незначительной цѣнности попадаются въ Верхней Силезіи близъ мѣстечекъ Домсдорфъ и Іордансмюль и въ Саксоніи близъ селеній Ольсницъ и Мессбахъ, причемъ въ двухъ послѣднихъ мѣсторожденіяхъ бирюза попадается вросшею въ известнякахъ.

Въ торговлѣ часто встрѣчаются поддѣлки подъ бирюзу, изъ которыхъ большимъ распространеніемъ пользуется такъ называемая западная или новая бирюза, названная такъ въ отличіе отъ восточной или настоящей бирюзы. Бирюза эта представляетъ остатки зубовъ мамонта, окрашенные естественнымъ или искусственнымъ путемъ солями мѣди, зеленоватый или синеватый цвѣтъ. Такая бирюза лучше всего отличается отъ настоящей подъ микроскопомъ, гдѣ она обнаруживаетъ свойственное издѣліямъ изъ слоновой кости волокнистое строеніе. Въ слюдяныхъ сланцахъ Альпійскихъ горъ часто попадается минералъ лазилитъ, сходный съ бирюзою по своему цвѣту, почему онъ и продается часто за бирюзу. Большой удѣльный вѣсъ лазилита даетъ возможность легко отличить его отъ настоящей бирюзы. Въ новѣйшее время научились готовить искусственную бирюзу, по составу сходную съ естественной. Такая бирюза трудно отличается отъ настоящей, но обладаетъ особенностью быстро тускнѣть на воздухѣ, между тѣмъ какъ естественная бирюза сохраняетъ свой блескъ неопредѣленно долгое время.





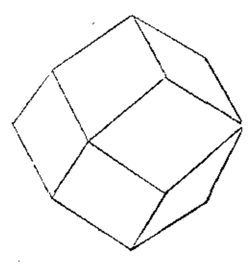
362 и 363. **Кристаллъ Турмалина.**
n Трехгранная призма.

Турмалинъ и гранатъ.

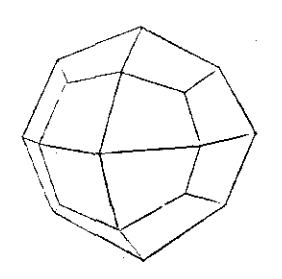
Турмалинъ является драгоцѣннымъ камнемъ только въ томъ случаѣ, когда онъ обладаетъ совершенной прозрачностью и окраской, сходной по цвѣту съ изумрудомъ или рубиномъ, за которые онъ и продается. Красный турмалинъ называется рубеллитомъ сибиритомъ или сибирскимъ рубиномъ и находится близъ деревни Шайтанки на Уралѣ. Синій турмалинъ, встрѣчающійся, вообще говоря, довольно рѣдко, называется бразильскимъ сапфиромъ. Чаще же другихъ встрѣчается въ розсыпяхъ Бразиліи зеленый турмалинъ, названный за свой цвѣтъ бразильскимъ изумрудомъ. Въ розсыпяхъ острова Цейлона часто встрѣчаются зеленые турмалины, но преимущественно свѣтлыхъ оттѣнковъ, называемые цейлонскими хризолитами.

Турмалинъ обыкновенный является минераломъ, довольно распространеннымъ въ природѣ, встрѣчаясь въ видѣ небольшихъ кристалловъ чернаго и

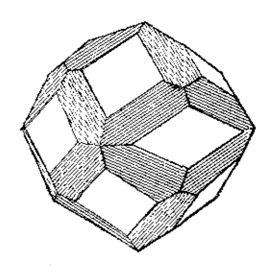
темно-бураго цвѣта, вросшихъ въ крупно-зернистый гранитъ. Кристаллы эти большею частью непрозрачны — и называются шерлами. Кристаллы турмалина являются въ видѣ шестиугольныхъ или трехугольныхъ призмъ, или, что чаще, въ комбинаціи этихъ двухъ формъ такъ, что въ поперечномъ сѣченіи получается форма девятиугольника (см. фиг. 362 и 363) — что чрезвычайно рѣдко наблюдается въ кристаллахъ другихъ минераловъ. Кристаллы съ одного конца обыкновенно заостряются тремя плоскостями и обнаруживаютъ раковинный изломъ. Составъ турмалина крайне сложенъ, такъ какъ минералъ этотъ содержитъ смѣсь различныхъ силикатовъ съ солями борной кислоты. Твердость турмалина равна твердости кварца, удѣльный вѣсъ = 3,0—3,1. Отъ изумруда и рубина сходные съ ними экземпляры турмалина кромѣ твердости и удѣльнаго вѣса отличаются еще способностью электризоваться при треніи и удерживать это состояніе болѣе или менѣе продолжительное время, почему кристаллы турмалина пріобрѣтаютъ послѣ тренія способность притягивать бумажки и другіе легкіе предметы. Своей окраской черные турмалины обязаны присутствію въ ихъ составѣ большого



364. Ромбическій додекаэдръ.



365. Дельтоидальный икосаэдръ (трапецоэдръ).



366. Комбинація ромбическаго додекаэдра съ трапецоэдромъ.

364—366. **Кристаллы граната.**

количества окиси желѣза, красныя — окиси марганца, а зеленыя частью закиси желѣза, а частью окиси хрома.

Подъ именемъ гранатовъ подразумѣвается группа минераловъ различнаго, но сходнаго между собою химическаго состава, причемъ все различіе здѣсь обусловливается тѣмъ, что металлы, входящіе въ составъ данной разновидности граната, вполнѣ или отчасти замѣщаются другимъ сходнымъ съ нимъ металломъ. Удѣльный вѣсъ колеблется въ зависимости отъ состава въ предѣлахъ отъ 3,6 до 4,2; твердость такъ же колеблется отъ $6^1/_2$, какъ у демантоида и до 7, какъ у красныхъ гранатовъ. Спайность незамѣтна. Всѣ гранаты кристаллизуются въ сходныхъ формахъ, причемъ форма ромбическаго додекаэдра (фиг. 364) двѣнадцатигранника, составленнаго изъ ромбовъ, настолько обыкновенна для граната, что самая форма эта называется гранатоэдромъ. Далѣе въ гранатѣ часто встрѣчаются плоскости трапецоэдра (фиг. 365), грани котораго нерѣдко покрыты штрихами параллельно одной изъ діагоналей и наконецъ очень обыкновенной является комбинація обѣихъ формъ (см. фиг. 366), причемъ грани трапецоэдра притупляютъ ребра ромбическаго додекаэдра. Гранатъ встрѣчается въ природѣ въ сплошномъ видѣ, образуя такъ называемую гранатовую породу или въ видѣ отдѣльныхъ кристалловъ, вросшихъ въ другія породы, какъ напримѣръ, въ кристаллическіе сланцы, змѣевикъ и др., или въ стѣнкахъ пустотъ, имѣющихся въ различныхъ породахъ и наконецъ въ видѣ отдѣльныхъ валуновъ въ розсыпяхъ. Почти всѣ гранаты для ювелирной торговли получены именно изъ розсыпей, причемъ гранаты получаются въ такомъ большомъ количествѣ, что небольшіе камни обходятся крайне дешево, по нѣсколько марокъ за кило-

граммъ. Большіе же и заслуживающіе шлифовки камни находятся крайне рѣдко и цѣна ихъ доходитъ до 200 марокъ за каратъ. Гранату свойственъ красный цвѣтъ, переходящій въ бурый, желтый, фіолетовый, темнозеленый и другіе цвѣта за исключеніемъ синяго, который въ гранатахъ не встрѣчается. Большіе прозрачные камни, сходные съ рубиномъ и изумрудомъ, шлифуются обыкновенно въ формѣ брилліанта, верхняя площадка котораго дѣлается часто не плоскою, а закругленною. Кромѣ брилліанта гранатъ шлифуется и въ другія формы, причемъ формы розы и капюшона — здѣсь встрѣчаются чаще остальныхъ. При шлифовкѣ капюшономъ нижняя поверхность дѣлается вогнутою, что придаетъ камню большую игру; гранаты, отшлифованные такимъ образомъ, называются гранатовой скорлупой. Розы вставляются въ глухую оправу, причемъ подъ нихъ подкладываются листочки фольги, или, какъ это иногда дѣлается въ богемскихъ гранатахъ, они насаживаются на металлическіе шпиньки, которые вставляются въ пробуравленныя пластинки.

Въ настоящее время извѣстенъ способъ искусственнаго полученія гранатовъ изъ ихъ составныхъ частей, хотя способъ этотъ обходится слишкомъ дорого и расходы по нему не оправдываются цѣнностью добытаго продукта. Поддѣлки подъ гранатъ изъ стекла обходятся дешево и пользуются поэтому большимъ распространеніемъ.

Въ качествѣ драгоцѣнныхъ камней пользуются распространеніемъ слѣдующія разновидности граната:

Эссонитъ, по химическому составу известково-глиноземлистый гранатъ, добывается на извѣстныхъ розсыпяхъ близъ Матуры на Цейлонѣ, гдѣ онъ встрѣчается большими кусками. По цвѣту эссонитъ напоминаетъ собою гіацинтъ. На Цейлонѣ, гдѣ добывается эссонитъ, растетъ коричневое дерево, кора котораго сходна по цвѣту съ эссонитомъ, почему эссонитъ и получилъ тамъ названіе коричневаго граната.

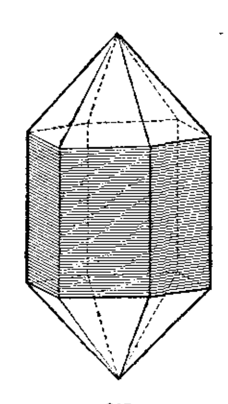
Альмандинъ или благородный восточный гранатъ — по составу желѣзо-глиноземлистый гранатъ, окрашенъ красивымъ темно-краснымъ цвѣтомъ съ голубоватымъ отливомъ. Особенно цѣнятся ярко-красные экземпляры альмандина, продаваемые часто за рубинъ, къ которому гранатъ этотъ близко подходитъ по своему удѣльному вѣсу 4,1—4,2 и отъ котораго легко отличается по значительно меньшей твердости. Важнѣйшія мѣсторожденія альмандина находятся въ Сиріи; на островѣ Цейлонѣ и въ Бахіи въ Бразиліи.

Близко къ альмандину подходитъ известково-хромистый гранатъ — пиропъ и богемскій гранатъ, названный такъ потому, что важнѣйшія его мѣсторожденія находятся въ Богеміи, гдѣ онъ встрѣчается въ розсыпяхъ къ югу отъ города Билина. Въ мѣстечкѣ Меронитцъ, гдѣ сосредоточена добыча пиропа, этою послѣднею и дальнѣйшей обработкой камня занято около 800—900 человѣкъ рабочихъ, а въ мѣстечкѣ Турнау — на Изерѣ — центрѣ торговли богемскими гранатами и другими драгоцѣнными камнями, имѣется особая школа шлифовальнаго дѣла. Близко къ пиропу подходятъ по своему составу добываемые въ Америкѣ аризонскіе и колорадскіе рубины. Въ противоположность этому до настоящаго времени съ точностью не установлена принадлежность встрѣчающихся въ южной Африкѣ въ коренныхъ и наносныхъ мѣсторожденіяхъ алмазовъ — красныхъ гранатовъ къ альмандину и пиропу. Нѣкоторые изъ южноафриканскихъ гранатовъ имѣютъ чистый рубиново-красный цвѣтъ и продаются подъ именемъ капскихъ рубиновъ. Наконецъ въ уральскихъ розсыпяхъ встрѣчается, хотя и рѣдко, зеленый, известково-желѣзистый гранатъ, называемый демантоидомъ. Темные образцы этого граната продаются иногда за изумрудъ, отъ котораго отличаются меньшей твердостью $6^1/_2$ и большимъ удѣльнымъ вѣсомъ — около 3,8.

Полудрагоцѣнные камни и камни для выдѣлки украшеній.

Группа кварца.

Различныя разновидности кварца занимаютъ какъ по своей прозрачности, блеску и окраскѣ, такъ и по частому ихъ примѣненію для выдѣлки различныхъ украшеній первое мѣсто среди полудрагоцѣнныхъ камней. Кварцъ представляетъ по составу чистую кремневую кислоту, характеризуется значительной твердостью 7 и малымъ удѣльнымъ вѣсомъ — около 2,6. Спайность въ кварцѣ незамѣтна и изломъ его занозистый. Кварцъ пользуется большимъ распространеніемъ въ корѣ земной и почти всюду, куда бы мы ни обратили взоры, мы находимъ присутствіе этого минерала. Такъ въ гранитѣ и порфирѣ — типичныхъ представителяхъ древнихъ массивно кристаллическихъ породъ, въ кристаллическихъ сланцахъ, конгломератахъ, песчаникахъ и наконецъ въ новѣйшихъ пескахъ вездѣ мы находимъ кварцъ, правда въ видѣ несовершенно образованныхъ мелкихъ кристалловъ, непрозрачныхъ, окрашенныхъ въ некрасивый цвѣтъ и не имѣющихъ стеклянного блеска. Въ тѣхъ случаяхъ, когда встрѣчаются совершенно образованные кристаллы, они имѣютъ всегда одинаковую форму шестигранной призмы, концы которой заострены шестью плоскостями пирамиды (фиг. 367). Кристаллы, вросшіе въ породу, являются хорошо образованными со всѣхъ сторонъ, кристаллы же, отложившіеся на какой-нибудь подставкѣ, заканчиваются пирамидальными плоскостями только на свободномъ концѣ (фиг. 368).



367.
Вполнѣ образованный кристаллъ кварца.

Разновидности кварца, примѣняемыя для выдѣлки предметовъ роскоши, отличаются или совершенною прозрачностью, или красивымъ цвѣтомъ, или наконецъ особеннымъ блескомъ. Твердость ихъ достаточна, чтобы предохранить отшлифованныя грани отъ истиранія; шлифуется кварцъ хорошо. Число разновидностей здѣсь очень велико, такъ что различить различныя разновидности кварца является для профановъ дѣломъ очень труднымъ.

Чтобы облегчить разсмотрѣніе различныхъ разновидностей кварца, мы раздѣлимъ ихъ на нѣсколько группъ, характеризующихся общими признаками.

Безцвѣтный прозрачный кристаллическій кварцъ называется горнымъ хрусталемъ, кварцъ — бураго цвѣта — дымчатымъ кварцемъ или дымчатымъ топазомъ, фіолетовый — аметистомъ, желтый — цитриномъ. Иногда въ кварцѣ встрѣчаются включенія постороннихъ минераловъ; такъ, различаютъ волосистый кварцъ со включеніями горнаго льна, рѣдкій сапфировый кварцъ, кошачій глазъ, тигровый глазъ и авантюринъ. Непрозрачными разновидностями кварца являются: розовый кварцъ, хризопразъ, празем, пласма, геліотропъ и яшма. Наконецъ третью обширную группу полукристаллическаго кварца составляютъ халцедоны, среди которыхъ различаютъ: обыкновенный халцедонъ, карнеоль и агатъ.

Прозрачный кварцъ шлифуется чаще всего въ видѣ брилліантовъ или таблицъ, хотя встрѣчаются и другія формы огранки. Кварцъ съ включеніями шлифуется капюшономъ. Непрозрачныя разновидности кварца употребляются на выдѣлку запонокъ, печатей, медальоновъ и другихъ мелкихъ украшеній. Агаты представляются цѣннымъ матеріаломъ для рѣзки геммъ.

Въ нижеслѣдующемъ мы разсмотримъ различныя разновидности кварца

въ томъ порядкѣ, въ какомъ онѣ приводятся выше и приведемъ нѣкоторыя другія представляющія тотъ или другой интересъ.

Прозрачныя разновидности кристаллическаго кварца.

Горный хрусталь представляетъ собою безцвѣтные кристаллы кварца, характеризующіеся совершенной прозрачностью и сильнымъ блескомъ. Большіе кристаллы горнаго хрусталя встрѣчаются въ пустотахъ и трещинахъ кварцитовъ, залегающихъ среди гранитовъ, гнейсовъ, слюдяныхъ сланцевъ и другихъ породъ. Пустоты достигаютъ иногда значительныхъ размѣровъ и называются кристаллическими погребами. Одна изъ замѣчательнѣйшихъ такихъ пустотъ была открыта въ 1719 году въ Бернскомъ Оберландѣ близъ города Гримзеля и давшая около 1000 центнеровъ горнаго хрусталя, пригоднаго для шлифовки. Поисками погребовъ занимаются въ Альпахъ особые искатели. Вооруженные молоткомъ и киркою, палкою съ острымъ наконечникомъ и имѣя при себѣ достаточный запасъ пороха, искатели поднимаются въ область вѣчнаго снѣга. Тамъ они ищутъ кристалловъ въ разъѣденныхъ утесахъ высокихъ горъ и ведутъ жалкую жизнь въ одиночествѣ, вѣчно надѣясь на богатую находку, которая вознаградила бы ихъ за всѣ лишенія. Къ сожалѣнію, надежды эти обыкновенно остаются тщетными, большіе погреба рѣдки и въ руки искателей попадаютъ обыкновенно отдѣльные кристаллы горнаго хрусталя и другихъ минераловъ, которые встрѣчаются въ Альпахъ въ большомъ количествѣ видовъ и высоко цѣнятся знатоками.

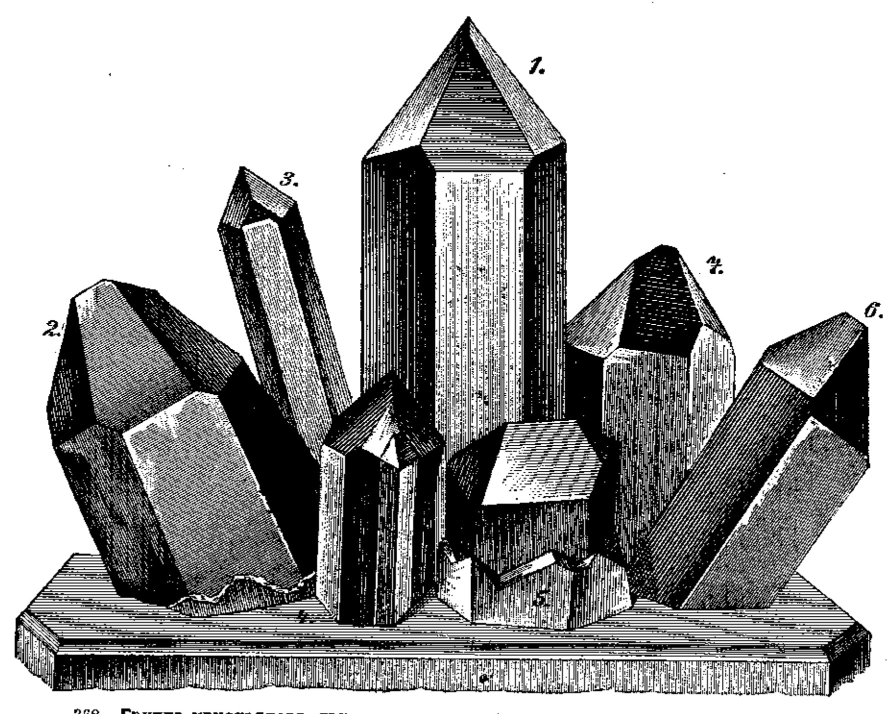
Небольшихъ размѣровъ и хорошо образованные со всѣхъ сторонъ кристаллы встрѣчаются вросшими въ коренную породу, напримѣръ въ каррарскомъ мраморѣ и въ Мармарошѣ въ Венгріи, гдѣ они называются мармарошскими алмазами.

Кромѣ кристалловъ, горный хрусталь встрѣчается въ видѣ валуновъ и галекъ въ рѣчномъ пескѣ. Гальки представляются снаружи обтертыми и шероховатыми, оставаясь внутри совершенно прозрачными. Такія гальки находятся въ долинѣ Рейна, куда они попадаютъ съ вершинъ Альпъ и называются рейнскими голышами. Валуны горнаго хрусталя находятся въ большомъ количествѣ въ долинахъ рѣкъ на островѣ Мадагаскарѣ, въ Бразиліи, Индіи, Сѣверной Америкѣ и другихъ мѣстахъ. Въ Сѣверной Америкѣ горный хрусталь продается подъ именемъ арканзасскаго алмаза.

Чистые образцы горнаго хрусталя примѣняются и до сихъ поръ для выдѣлки изъ нихъ различныхъ украшеній. Въ прежнее время изъ большихъ кристалловъ приготовлялись кубки, чаши, причемъ нѣкоторые изъ нихъ, особенно изготовленные въ мастерскихъ Индіи, отличались красотою наружной отдѣлки и высоко цѣнились, какъ произведенія искусства. Съ развитіемъ стекловаренія и изготовленія фарфоровыхъ издѣлій, шлифовка большихъ предметовъ изъ горнаго хрусталя отошла на задній планъ и взамѣнъ того выступило приготовленіе изъ него различныхъ предметовъ для техническихъ цѣлей. Такъ, въ настоящее время горный хрусталь расходуется въ большомъ количествѣ для приготовленія оптическихъ стеколъ, цапфъ для часовыхъ колесъ, призмъ для химическихъ вѣсовъ и тому подобныхъ предметовъ.

Дымчатый кварцъ или дымчатый топазъ представляетъ собою единственный камень для украшеній, окрашенный дымчатымъ цвѣтомъ. Темныя разности дымчатаго топаза извѣстны подъ именемъ моріона. Окраска дымчатаго топаза зависитъ отъ присутствія въ немъ органическихъ веществъ, что доказывается легкимъ битуминознымъ запахомъ, обнаруживающимся при разбиваніи кусковъ дымчатаго топаза, а равно и тѣмъ обстоятельствомъ, что при нагрѣваніи кристаллы этого минерала сначала желтѣютъ, а затѣмъ становятся безцвѣтными, не отличающимися по виду отъ кристалловъ горнаго

хрусталя. Обожженный дымчатый кварцъ продается часто за цитринъ и за топазъ. Большинство кристалловъ дымчатаго топаза получается съ Альпійскихъ горъ. Такъ въ 1868 году тамъ былъ открытъ кристаллическій погребъ, доставившій до 250 центнеровъ дымчатаго топаза въ хорошо образованныхъ кристаллахъ. Самые большіе изъ найденныхъ экземпляровъ хранятся въ Бернскомъ музеѣ, гдѣ изъ нихъ составлена красивая группа (см. фиг. 376). Красивѣйшій изъ кристалловъ — король (1) (фиг. 368) имѣетъ 87 см. высоты, около 1 метра въ окружности основанія и вѣситъ 125 кгр. Кристаллъ: „дѣдушка“ (2) вѣситъ около 133 кгр., имѣетъ въ длину 69 см. и около 163 см. въ окружности. Узкій кристаллъ: „бѣдный“ (3) вѣситъ около 19 кгр.



368. **Группа кристалловъ дымчатаго топаза изъ городского музея въ Бернѣ.**

„Юноша“ (4) около 28 кгр., „зеркало“ (5) около 16 кгр. и „двойники“ (6 и 7) въ 62 и 65 кгр. вѣсомъ и 72 и 71 см. длиною дополняютъ эту цѣнную группу кристалловъ.

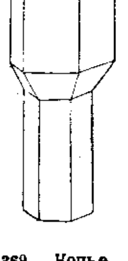
Изъ другихъ мѣсторожденій дымчатаго топаза заслуживаютъ упоминанія гора Pikes Peak въ штатѣ Колорадо и Cairngorm въ Шотландіи, а равно и розсыпи острова Цейлона.

Аметистъ является красивѣйшей разновидностью благороднаго кварца. Наиболѣе цѣнные экземпляры этого камня окрашены красивымъ темно-фіолетовымъ цвѣтомъ и обладаютъ совершенной прозрачностью. При искусственномъ освѣщеніи цвѣтъ нѣкоторыхъ экземпляровъ аметиста становится темно-сѣрымъ, почему при покупкѣ слѣдуетъ обращать вниманіе на это свойство аметиста. Причина окраски этого камня съ точностью неизвѣстна, хотя имѣются данныя, заставляющія предположить, что красящимъ пигментомъ здѣсь служатъ соединенія марганца. При нагрѣваніи аметистъ, подобно дымчатому топазу, сначала желтѣетъ, затѣмъ принимаетъ зеленоватый цвѣтъ и наконецъ становится безцвѣтнымъ. Обожженный аметистъ продается часто

за топазъ, или цитринъ. Цѣна аметиста за послѣднее время сильно понизилась и наиболѣе безупречные въ смыслѣ красоты окраски экземпляры этого камня продаются не дороже 5—6 руб. за каратъ.

Аметистъ и цитринъ встрѣчаются въ тѣхъ же кристаллическихъ формахъ, что и дымчатый топазъ и горный хрусталь съ тою лишь разницею, что большіе заслуживающіе шлифовки экземпляры аметиста встрѣчаются рѣже. Кромѣ отдѣльныхъ кристалловъ аметистъ часто встрѣчается друзами, о которыхъ будетъ сказано ниже при описаніи халцедоновъ. Иногда вслѣдствіе перерывовъ въ ростѣ встрѣчаются копьевидные кристаллы аметиста (см. фиг. 369).

Въ Германіи аметистъ встрѣчался близъ мѣстечка Оберштейнъ, извѣстнаго уже съ давнихъ временъ своими шлифовальными мастерскими. Мѣсторожденіе это уже давно выработано и въ настоящее время почти весь аметистъ привозится въ Европу изъ Бразиліи, Урагвая и съ острова Цейлона. Древнимъ обитателямъ Мексики были извѣстны мѣсторожденія аметиста, но къ сожалѣнію знаніе этихъ мѣсторожденій не дошло до нашего времени. Небольшія количества аметиста добываютъ въ сѣверо-американскихъ соединенныхъ штатахъ и въ Россіи близъ деревни Мурзинки — на Уралѣ. Близъ Хемница въ Венгріи встрѣчаются часто красивыя друзы кристалловъ аметиста, но кристаллы здѣсь имѣютъ некрасивую окраску и не годятся для шлифовки.



369. Копьевидный кристаллъ аметиста.

Цитринъ представляетъ собою заслуживающій шлифовки кварцъ различныхъ оттѣнковъ желтаго цвѣта. Ранѣе принималось, что желтый кварцъ въ естественномъ видѣ въ природѣ не встрѣчается и что встрѣчающіеся въ продажѣ экземпляры этого кварца получены искусственно обжиганіемъ дымчатаго топаза и цитрина. Въ послѣднее время однако были найдены кристаллы естественнаго цитрина въ Бразиліи, Урагваѣ и близъ Мурзинки на Уралѣ, гдѣ они находятся вмѣстѣ съ кристаллами аметиста.

Значительныя количества цитрина находятся въ провинціи Кордовѣ, въ Испаніи, гдѣ они добываются и продаются подъ именемъ испанскаго топаза. Поддѣлки подъ топазъ изъ естественнаго или искусственнаго цитрина встрѣчаются, вообще говоря, довольно часто, легко отличаясь отъ этого послѣдняго меньшей твердостью (7 вмѣсто 8) и меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ (2,4 вмѣсто 2,8), почему топазъ нерѣдко называется тяжеловѣсомъ.

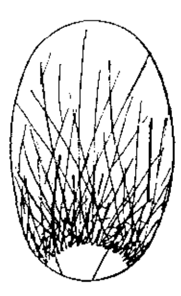
Кварцъ съ включеніями постороннихъ минераловъ.

Къ разновидностямъ кварца, идущимъ на приготовленіе предметовъ роскоши, относится также прозрачный или полупрозрачный кварцъ съ включеніями постороннихъ минераловъ. Иногда, какъ напримѣръ, въ авантюринѣ, волосистомъ кварцѣ и т. п. эти включенія содержатся въ небольшомъ сравнительно количествѣ, такъ что въ данномъ образцѣ легко отличается основная масса кварца съ разсѣянными въ ней кристалликами другихъ минераловъ. Иногда же включенія постороннихъ минераловъ содержатся въ столь значительномъ количествѣ, что основная масса кварца является какъ бы сплошь замѣщенной ими, какъ это наблюдается въ сапфировомъ кварцѣ, кошачьемъ и тигровомъ глазѣ и въ нѣкоторыхъ другихъ минералахъ. Благодаря этимъ включеніямъ, которыя состоятъ обыкновенно изъ листочковъ слюды, краснаго рутила, буровато-желтаго гетита, зеленоватаго асбеста и сходнаго съ нимъ крокидолита, названные минералы пріобрѣтаютъ своеобразный отливъ, который наблюдается особенно отчетливо въ образцахъ шлифованныхъ параллельно плоскостямъ наслоенія этихъ включеній.

Авантюринъ представляетъ собою кварцъ съ включеніями мельчайшихъ листочковъ красноватой слюды. Присутствіе этихъ пластинъ придаетъ отшли-

фованной поверхности авантюрина особый блескъ, причемъ въ ней легко различается множество свѣтящихся точекъ. Авантюринъ встрѣчается во многихъ мѣстахъ Германіи. Такъ, близъ Ашафенбурга въ Баваріи и близъ Вармбрунна въ Исполиновыхъ горахъ часто находятся валуны этого минерала. Красивѣйшіе образцы этого минерала встрѣчаются въ Россіи близъ городовъ Екатеринбурга на Уралѣ и Колывани на Алтаѣ, и русскія гранильныя фабрики особенно славятся своими вазами изъ авантюрина, часто встрѣчающимися въ княжескихъ дворцахъ и въ художественныхъ галлереяхъ. Въ Мурано близъ Венеціи приготовляется авантюриновое стекло, сходное съ естественнымъ авантюриномъ по цвѣту и даже превосходящее его равномѣрностью и красотою игры. Отъ настоящаго авантюрина это стекло отличается меньшей твердостью и присутствіемъ въ его составѣ окиси мѣди.

Волосистымъ кварцемъ называется кварцъ со включеніями игольчатыхъ кристалловъ другихъ минераловъ. Въ зависимости отъ состава включеній эта разновидность кварца получаетъ различныя названія. Такъ волосами Венеры называютъ включенія въ кварцѣ красноватыхъ волоконъ рутила, или гематита, стрѣлами любви включенія зеленоватыхъ иголъ асбеста и т. п. Особенно славятся кристаллами волосистаго кварца Японія, островъ Мадагаскаръ, Сѣверная Америка и Россія, гдѣ кристаллы этой разновидности кварца встрѣчаются часто на берегу Онежскаго озера. Одинъ изъ такихъ кристалловъ, уже отшлифованныхъ, представленъ на фиг. 370.



370. **Волосчатый кварцъ.**

Сапфировымъ кварцемъ называется прозрачный кварцъ, проникнутый многочисленными включеніями жилковатаго или землистаго крокидолита и встрѣчающійся въ гипсахъ близъ Голлинга къ югу отъ Зальцбурга. Сапфировый кварцъ лишь въ рѣдкихъ сравнительно случаяхъ служитъ для выдѣлки различныхъ украшеній.

Гораздо чаще примѣняется для этой цѣли, такъ называемый, кошачій глазъ или игристый кварцъ. Кошачій глазъ представляется окрашеннымъ въ бѣловато-зеленый цвѣтъ многочисленными включеніями волоконъ асбеста. Будучи отшлифованъ въ формѣ высокаго капюшона, кошачій глазъ обнаруживаетъ красивую игру, шелковистый блескъ и переливъ цвѣтовъ при вращеніи куска. Кошачій глазъ встрѣчается въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Германіи въ Фихтельгебиргѣ, но наиболѣе красивые экземпляры получаютъ съ розсыпей Остъ-Индіи и Цейлона.

Отъ восточнаго кошачьяго глаза, представляющаго одну изъ разновидностей хризоберилла, данный минералъ отличается значительно меньшей твердостью (7 вмѣсто $8^1/_2$).

Въ серединѣ 70-хъ годовъ на рынкахъ Европы появился новый камень, очень похожій на кошачій глазъ, но отличающійся отъ него желтовато-бурымъ цвѣтомъ и названный тигровымъ глазомъ, а нѣсколько позже и другія разновидности того же минерала бураго и сѣровато-бураго цвѣтовъ, названныя соколинымъ глазомъ. Эти камни добываются въ южной Африкѣ къ западу отъ извѣстнаго своими мѣсторожденіями алмазовъ города Кимберлея. Въ этой мѣстности тигровый глазъ образуетъ залежи среди кристаллическихъ сланцевъ. Залежи имѣютъ толщину въ нѣсколько сантиметровъ и обнаруживаютъ ясное жилковатое строеніе, причемъ жилки направлены перпендикулярно къ боковой поверхности залежи. Въ короткое время тигровый глазъ получилъ въ Европѣ большое распространеніе и цѣна камня въ сыромъ видѣ упала до нѣсколькихъ марокъ за килограммъ. Тигровый глазъ шлифуется параллельно волокнамъ, отчего онъ получаетъ особый блескъ, подобный блеску кошачьяго глаза. Прежде изъ тигроваго глаза готовились

только мелкія украшенія. Теперь же, когда крупные экземпляры этого камня не представляютъ никакой рѣдкости, изъ нихъ стали готовить болѣе крупныя подѣлки, какъ то: ручки для зонтиковъ, брошки, набалдашники для тросточекъ и т. п.

Желтоватая окраска тигроваго глаза зависитъ отъ присутствія въ пронизывающихъ массу кварца волоконъ гидрата окиси желѣза. Обработкою соляною кислотою можно растворить окись желѣза и такимъ образомъ получить изъ тигроваго — кошачій или соколиный глазъ блѣдно-зеленаго и сѣровато-синяго цвѣта. Въ этомъ направленіи пошли дальше и за послѣднее время научились придавать тигровому глазу самую разнообразную окраску, вываривая подѣлки изъ этого камня, предварительно обезцвѣченныя въ растворѣ различныхъ металлическихъ солей. Растворъ, проникая въ мельчайшія поры, окрашиваетъ данный предметъ въ различные оттѣнки желтаго, краснаго, зеленаго, синяго и другихъ цвѣтовъ, причемъ сохраняется во всей неприкосновенности характерный блескъ и отливъ тигроваго глаза. Описанный способъ находитъ себѣ широкое примѣненіе въ шлифовальныхъ мастерскихъ Германіи для окраски издѣлій изъ тигроваго глаза.

Кромѣ указанныхъ иногда шлифуются еще экземпляры кварца со включеніями золота, а равно и со включеніями воды или газовъ. Первые изъ нихъ встрѣчаются въ штатахъ Колорадо и Невадѣ въ Сѣверной Америкѣ и цѣнятся особенно дорого въ тѣхъ случаяхъ, когда листочки золота окрашены красивымъ золотисто-желтымъ цвѣтомъ, кварцъ съ включеніями воды, или какой-либо другой жидкости (очень часто жидкой углекислоты) часто встрѣчается на островѣ Мадагаскарѣ и прозрачные кристаллы этого кварца идутъ на приготовленіе брелоковъ для цѣпочекъ.

Окрашенныя непрозрачныя разновидности кварца.

Минералы этой группы рѣдко примѣняются для выдѣлки украшеній, почему мы ихъ и не будемъ разсматривать подробно.

Розовымъ кварцемъ называется просвѣчивающій кварцъ свѣтло-розоваго цвѣта, встрѣчающійся въ Боденмайсѣ въ Баваріи, на Уралѣ и во многихъ другихъ мѣстахъ.

Хризопразъ представляетъ собою полупрозрачный кварцъ, окрашенный солями никкеля въ красивый яблочно-зеленый цвѣтъ. Въ Европѣ хризопразъ встрѣчается въ большомъ количествѣ близъ Франкенштейна въ Силезіи, гдѣ онъ образуетъ жилы въ змѣевикѣ. Изъ внѣевропейскихъ странъ мѣсторожденія хризопраза имѣются въ Остъ-Индіи, на Уралѣ и въ штатѣ Оригона въ Сѣверной Америкѣ. Хризопразъ представляетъ прекрасный матеріалъ для выдѣлки крупныхъ украшеній, но обладаетъ тѣмъ недостаткомъ, что, будучи выставленъ на свѣтъ, онъ отчасти теряетъ яркость окраски.

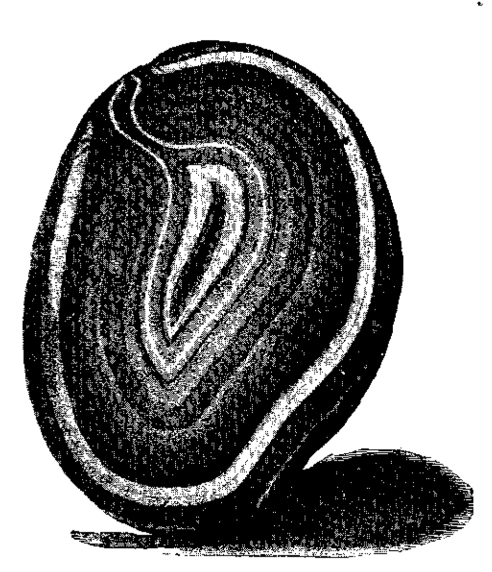
Праземъ — полупрозрачный кварцъ темнозеленаго цвѣта примѣнялся уже въ глубокой древности для вставокъ, для мозаичныхъ работъ и для вырѣзокъ на немъ геммъ. Извѣстнѣйшія мѣсторожденія празема находятся близъ Брейтенбрунна въ Саксоніи, въ Зальцбургѣ и во многихъ другихъ мѣстахъ.

Весьма сходной съ празомомъ является другая разновидность полупрозрачнаго кварца, называемая плазмою. Геліотропомъ называется полупрозрачный кварцъ, окрашенный въ темно-зеленый цвѣтъ съ пятнами ярко-краснаго цвѣта. Геліотропъ и плазма привозятся въ Европу изъ Остъ-Индіи и служатъ матеріаломъ для выдѣлки мелкихъ украшеній.

Яшмою называется довольно часто встрѣчающаяся въ природѣ разновидность плотнаго кварца, состоящая изъ множества отдѣльныхъ зеренъ, тѣсно сросшихся между собою. Въ природѣ встрѣчаются яшмы почти всевозможныхъ цвѣтовъ и примѣняются еще со временъ глубокой древности для различныхъ украшеній, для вырѣзыванія геммъ, для мозаичныхъ работъ и т. п.

Халцедоны.

Минералы этой группы отличаются отъ разсмотрѣнныхъ выше разновидностей кристаллическаго кварца своимъ скрыто кристаллическимъ сложеніемъ. Кристаллическія зерна кремневой кислоты настолько мелки, что только подъ микроскопомъ обнаруживается лучисто-жилковатое строеніе халцедона, причемъ жилки направлены перпендикулярно къ поверхности цѣлаго ряда концентрическихъ слоевъ, изъ которыхъ состоитъ данный минералъ. Слои эти изогнуты на подобіе скорлупы орѣха (см. фиг. 371) и отдѣльныя жилки направлены по радіусамъ. Такое строеніе называется скорлуповатымъ и указываетъ, что данный минералъ образовался постепеннымъ отложеніемъ отдѣльныхъ слоевъ на стѣнкахъ пустотъ соотвѣтствующей формы, часто наблюдаемыхъ внутри другихъ породъ. Правильность такого воззрѣнія на образованіе халцедоновъ подтверждается какъ тѣмъ, что халцедоны дѣйствительно образуютъ выполненія небольшихъ пустотъ въ новѣйшихъ вулканическихъ породахъ, богатыхъ кремнеземомъ, такъ равно и тѣмъ, что на многихъ халцедонахъ можно видѣть слѣды воронки, по которой внутрь минерала поступали растворы, содержащіе кремневую кислоту (фиг. 371). Иногда пустота является сплошь заполненною веществомъ халцедона, иногда же внутри ея образуются крупные кристаллы аметиста, цитрина и другихъ разновидностей благороднаго кварца, имѣющихъ общій съ халцедономъ химическій составъ. Въ такомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ друзой кристалловъ кварца. Халцедоны встрѣчаются почти во всѣхъ новыхъ вулканическихъ породахъ и особенно въ мелафирахъ, которые иногда называются миндалекаменными породами по причинѣ присутствія въ нихъ множества пустотъ, выполненыхъ различными минералами. При вывѣтриваніи породы, куски халцедона, какъ минерала стойкаго по отношенію къ вывѣтриванію, освобождаются изъ массы породы и попадаются въ видѣ валуновъ въ розсыпяхъ или въ видѣ включеній въ новѣйшихъ осадочныхъ породахъ. Наибольшею извѣстностью по частому нахожденію въ нихъ халцедона пользуются мелафиры близъ Оберштейна, розсыпи южной Бразиліи и смежнаго съ нею Урагвая, гдѣ добыча халцедоновъ началась съ 1827 года и гдѣ попадаются глыбы этого минерала, вѣсомъ въ нѣсколько центнеровъ.



371. Разрѣзъ халцедона съ воронкой, по которой притекалъ растворъ кремневой кислоты.

По составу халцедонъ представляетъ собою кремневую кислоту. Отъ описанныхъ выше разновидностей кристаллическаго кварца минералы этой группы, кромѣ скрыто кристаллическаго своего сложенія, отличаются еще меньшею твердостью (6,5), меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ 2,6 и малою прозрачностью — просвѣчиваютъ только въ тонкихъ пластинкахъ.

Обыкновенный халцедонъ примѣняется для приготовленія полировальныхъ и точильныхъ камней, для лабораторныхъ ступокъ и пестиковъ, для приготовленія подшипниковъ для часовыхъ колесъ и др. предметовъ. Для выдѣлки украшеній онъ не примѣняется по причинѣ некрасиваго своего вида. Кромѣ обыкновеннаго халцедона, окрашеннаго въ различные оттѣнки

сѣраго цвѣта, различаютъ еще: карнеоль — красный халцедонъ, зардеръ или оранжевый халцедонъ и агатъ халцедонъ, состоящій изъ слоевъ различнаго цвѣта. Природные халцедоны рѣдко являются окрашенными въ яркіе цвѣта и окраска часто придается искусственнымъ путемъ.

Въ продажѣ особенно цѣнятся халцедоны, на поверхности которыхъ замѣчаются рисунки, напоминающіе своими очертаніями стебли и вѣтви растеній. Подобно описаннымъ выше дендритамъ фигуры эти не имѣютъ съ растеніями ничего общаго и обязаны своимъ происхожденіемъ отложенію окиси желѣза и марганца изъ растворовъ солей этихъ металловъ, проникавшихъ въ мельчайшія трещины и пустоты халцедона. Несмотря на такое минеральное происхожденіе указанныхъ рисунковъ, халцедоны ихъ содержащіе получаютъ въ торговлѣ названія по имени тѣхъ растеній, которыя они напоминаютъ своимъ видомъ или цвѣтомъ, такъ: кофейными камнями называются просвѣчивающіе халцедоны съ заключеннымъ внутри ихъ рисункомъ дерева или куста красновато-бураго или чернаго цвѣта, моховымъ агатомъ — халцедоны, заключающіе зеленыя фигуры, напоминающія стебли мха и т. п.

Особенно интереснымъ съ научной точки зрѣнія является такъ называемый энгидросъ-халцедонъ, содержащій пустоты, въ которыхъ находится вода. Помимо того значенія, которое имѣютъ такіе экземпляры для разъясненія вопроса объ образованіи халцедоновъ, они интересны еще и въ томъ отношеніи, что наглядно доказываютъ пористость халцедона, такъ какъ содержащаяся въ нихъ вода испаряется съ теченіемъ времени и послѣ долгаго лежанія халцедона въ водѣ снова заполняетъ пустоты. Экземпляры энгидроса часто встрѣчаются близъ мѣстечка Виценцы къ западу отъ Венеціи и въ нѣкоторыхъ мѣсторожденіяхъ Южной Америки.

Какъ сказано выше, халцедонамъ придаютъ искусственно яркую окраску, для чего берутъ халцедоны, содержащіе большое количество поръ, пропитываютъ ихъ растворами различныхъ веществъ и, въ случаѣ надобности, прокаливаютъ. Если при этомъ взятый халцедонъ былъ однороденъ, то окраска распредѣляется равномѣрно по всему куску, если же онъ состоялъ изъ перемежающихся слоевъ различной плотности, то окраска распредѣляется слоями и мы получаемъ куски, напоминающіе различныя разновидности агата.

Для окраски халцедоновъ и агатовъ въ черный цвѣтъ ихъ держатъ долгое время, иногда въ продолженіе нѣсколькихъ недѣль въ медовомъ или сахарномъ сиропѣ, послѣ чего ихъ тщательно обтираютъ и погружаютъ на такое же продолжительное время въ сосудъ съ сѣрной кислотой. Кислота разлагаетъ сахаръ, выдѣлившійся углеродъ садится въ видѣ мельчайшаго порошка въ порахъ халцедона и придаетъ ему блестящую черную окраску. Халцедоны яркаго краснаго цвѣта получаются прокаливаньемъ блѣдныхъ кусковъ или искусственно пропитываніемъ пористаго сѣраго халцедона солями желѣза и послѣдующимъ прокаливаніемъ кусковъ. Желтая окраска придается халцедону обработкой его соляною кислотою, зеленая — солями хрома и никкеля. Синій цвѣтъ придается халцедону обработкою его сначала желтой кровяной солью, а затѣмъ желѣзнымъ купоросомъ. Образующаяся при этомъ берлинская лазурь и служитъ причиною синей окраски халцедона.

Карнеоль представляетъ собою халцедонъ краснаго темно-краснаго цвѣта, пользующійся большимъ распространеніемъ для приготовленія изъ него печатей и различныхъ мелкихъ подѣлокъ. Наибольшимъ распространеніемъ среди различныхъ разновидностей халцедона пользуется однако агатъ, который получаетъ различныя названія въ зависимости отъ своего строенія и цвѣта. Такъ ленточнымъ агатомъ называется агатъ, состоящій изъ разноцвѣтныхъ полосъ, идущихъ вдоль даннаго куска; кольчатымъ или глазчатымъ агатомъ — агатъ, составленный изъ разноцвѣтныхъ колецъ. Крѣпостнымъ агатомъ — агатъ, составленный изъ многихъ дугообразныхъ

слоевъ, соприкасающихся другъ съ другомъ остріями; коралловымъ—агатъ, въ массѣ котораго выдѣляются красныя фигуры, похожія на стебли коралловъ. Разрушеннымъ агатомъ (фиг. 372) называется агатъ, составленный изъ многихъ кусковъ ленточнаго агата, связаннаго кварцевымъ цементомъ. Агаты, состоящіе изъ слоевъ чернаго и бѣлаго цвѣта, называются ониксами, изъ полосъ оранжево-краснаго и бѣлаго цвѣта сардониксами и наконецъ изъ полосъ кроваво-краснаго и бѣлаго цвѣта — карнеоль-ониксами.

Кромѣ выполненія пустотъ агатъ встрѣчается также въ формѣ жилъ, каковы напримѣръ извѣстныя мѣсторожденія агата въ мѣстечкѣ Хальсбахъ близъ Фрейберга и въ мѣстечкѣ Шлотвитцъ близъ Везенштейна въ долинѣ Мюшитца, гдѣ часто встрѣчается упомянутый уже разрушенный агатъ.



372. Разрушенный опалъ.

Главнѣйшая добыча агатовъ производится въ настоящее время въ южной Бразиліи и Уругваѣ, гдѣ агаты выполняютъ собою пустоты залегающихъ здѣсь миндалекаменныхъ породъ. Бразильскіе агаты вывозятся въ большомъ количествѣ въ Германію и продаются въ Идарѣ, Оберштейнѣ и сосѣднихъ мѣстечкахъ по 4—8 марокъ за килограммъ. Особенно цѣнятся при этомъ камни, хорошо принимающіе искусственную окраску. Кромѣ указанныхъ мѣстъ много подѣлокъ изъ агата готовится въ шлифовальныхъ мастерскихъ мѣстечка Вальдкирхъ близъ Брейсгау. Ранѣе славились издѣліями изъ агата мѣстечки Броахъ и Камбей близъ Бомбея, шлифовавшія агаты, заключающіеся въ конгломератахъ близъ мѣстечка Ратампура, гдѣ давно уже ведется добыча этого минерала.

Среди всѣхъ перечисленныхъ мѣстностей первое мѣсто по обработкѣ агатовъ принадлежитъ мѣстечкамъ Идару и Оберштейну, которыя и являются главными центрами торговли издѣліями изъ агата. Шлифовальныя мастерскія существуютъ здѣсь уже съ начала 16-го столѣтія и отличаются красотою и изяществомъ своихъ издѣлій. Въ Идарѣ находится постоянная выставка издѣлій мѣстныхъ мастерскихъ, удовлетворяющихъ потребностямъ всего міра. Значительная часть агата идетъ на приготовленіе пластинъ для рѣзки на нихъ камей, причемъ это послѣднее искусство сосредоточено главнѣйше въ мастерскихъ Италіи и Парижа.

По причинѣ большей трудности рѣзки на агатѣ, агатовыя камеи цѣнятся гораздо дороже, нежели приготовляемыя въ Италіи же камеи на раковинахъ морскихъ животныхъ. Обыкновенно камеи рѣжутся на камняхъ, составленныхъ изъ слоевъ различнаго цвѣта такимъ образомъ, что фигура дѣлается бѣлою, а фонъ краснаго, бураго или чернаго цвѣта (см. фиг. 373).

Группа полевыхъ шпатовъ.

Подобно кварцу полевые шпаты пользуются громаднымъ распространеніемъ въ земной корѣ, принимая существенное участіе въ составѣ породъ ее образующихъ. Среди этихъ минераловъ имѣется однако нѣсколько разно-

видностей менѣе распространенныхъ и находящихъ себѣ примѣненіе для приготовленія различныхъ украшеній. Подобно обыкновенному полевому шпату, эти, такъ сказать, благородные представители данной группы минераловъ характеризуются совершенною спайностью по двумъ взаимно перпендикулярнымъ или близкимъ къ этому направленіямъ и значительною твердостью (около 6). Удѣльный вѣсъ колеблется отъ 2,5 до 2,65 въ зависимости отъ состава данной разновидности. Изъ числа благородныхъ полевыхъ шпатовъ наибольшимъ распространеніемъ для выдѣлки различныхъ украшеній пользуются:

Амазонскій камень — по составу каліевый полевой шпатъ, встрѣчается въ хорошо образованныхъ кристаллахъ голубовато-зеленаго цвѣта, достигающихъ нерѣдко 30 сантиметровъ длины. Названіе свое данный минералъ получилъ по имени рѣки Амазонской, на берегахъ которой онъ былъ впервые найденъ европейцами. Хорошіе экземпляры амазонскаго камня добываются въ настоящее время на Уралѣ и въ названной уже горѣ Пикесъ Пеакъ въ шт. Колорадо. Какъ матеріалъ для приготовленія различныхъ украшеній амазонскій камень былъ извѣстенъ еще первобытнымъ жителямъ Америки до прихода испанцевъ въ эту страну.

Лунный камень — по составу адуляръ, представляетъ собою просвѣчивающій минералъ, обладающій вслѣдствіе имѣющихся въ немъ микроскопическихъ включеній другихъ минераловъ характернымъ отливомъ, сходнымъ съ отливомъ кошачьяго глаза. Подобно другимъ минераламъ, обладающимъ этимъ свойствомъ, лунный камень шлифуется въ формѣ капюшона съ овальнымъ основаніемъ. Лучшіе образцы луннаго камня добываются на островѣ Цейлонѣ, въ Бразиліи и Сѣверной Америкѣ.



373. Камея на халцедонѣ, свѣтлосѣрый рисунокъ на красноватомъ фонѣ.

Солнечный камень или авантюриновый полевой шпатъ сходенъ по всѣмъ признакамъ за исключеніемъ характерной для полевыхъ шпатовъ твердости (около 6) съ настоящимъ авантюриномъ. Въ основной свѣтло красной массѣ даннаго минерала заключается множество мелкихъ пластинъ красной желѣзной слюдки, присутствіе которыхъ придаетъ минералу характерный отливъ. Важнѣйшія мѣсторожденія солнечнаго камня находятся въ Норвегіи, на островѣ Цейлонѣ, близъ Архангельска и на берегахъ Байкала — въ Россіи и въ штатѣ Виргиніи въ Сѣверной Америкѣ.

Наконецъ слѣдуетъ упомянуть еще объ одномъ минералѣ данной группы — о лабрадорѣ — представляющемъ собою полевой шпатъ сѣраго цвѣта, на спайныхъ плоскостяхъ котораго наблюдается особая игра цвѣтовъ, напоминающая игру на крыльяхъ нѣкоторыхъ тропическихъ бабочекъ и опереніе на шеѣ сѣраго голубя. Въ минеральномъ царствѣ такая своеобразная игра цвѣтовъ встрѣчается крайне рѣдко, почему и самое явленіе это получило названіе лабрадиризированія. Названіе свое минералъ получилъ потому, что онъ впервые былъ найденъ на островѣ св. Павла по берегу полуострова Лабрадора. Въ настоящее время хорошіе экземпляры этого минерала добываются кромѣ названнаго мѣсторожденія еще въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Финляндіи и близъ города Кіева.

Другіе полудрагоцѣнные камни.

Родонитъ или орлецъ представляетъ собою непрозрачный минералъ мясо-краснаго цвѣта, по составу — кремнекислая соль марганца. Твердость

орлеца 5,5, уд. вѣсъ — около 3,5. Добывается этотъ минералъ близъ Екатеринбурга и на мѣстной гранильной фабрикѣ изъ него приготовляются большіе предметы.

Нефритъ, известково-магнезіальная соль кремневой кислоты, и жадеитъ, натрово-глиноземистая соль той же кислоты, близко стоятъ другъ къ другу какъ по минералогическимъ своимъ свойствамъ, такъ и по характеру своего примѣненія. Оба служили во времена глубокой древности и служатъ и до настоящаго времени у нѣкоторыхъ малокультурныхъ народовъ матеріаломъ для приготовленія различныхъ орудій и, главнѣйше, топоровъ. Твердость обоихъ минераловъ = около $6^{1}/_{2}$, уд. вѣсъ — немногимъ болѣе 3. Цвѣтъ въ свѣжемъ изломѣ сѣровато-зеленый, а въ шлифахъ ярко-зеленый; у жадеита часто встрѣчаются и болѣе свѣтлые тона. Для выдѣлки топоровъ оба данные минерала являются особенно пригодными по значительной своей вязкости, что зависитъ отъ ихъ спутанно волокнистаго строенія. Благодаря такому строенію, топоры изъ нефрита не ломаются при ударѣ, что и послужило причиной большого распространенія этихъ издѣлій среди народовъ, не знавшихъ примѣненія металловъ. Въ Европѣ нефритъ въ настоящее время вовсе не примѣняется, какъ матеріалъ для приготовленія украшеній и шлифуется исключительно для научныхъ цѣлей. Особенно интереснымъ представляется данный минералъ для археологовъ, такъ какъ въ свайныхъ постройкахъ древнихъ обитателей Европы мы находимъ много иногда художественно отдѣланныхъ издѣлій изъ нефрита. Въ настоящее время извѣстно только одно коренное мѣсторожденіе нефрита въ Европѣ, именно близъ мѣстечка Іордансмюле въ Силезіи, гдѣ нефритъ залегаетъ въ формѣ жилы среди змѣевиковъ. Кромѣ того во многихъ розсыпяхъ часто попадаются валуны этого минерала. Въ Новой Зеландіи и Центральной Азіи нефритъ встрѣчается гораздо чаще. Жадеитъ добывается и до настоящаго времени въ большомъ количествѣ въ Бирмѣ, откуда онъ вывозится въ Китай и идетъ на приготовленіе амулетовъ и другихъ украшеній.

Благородный змѣевикъ. Другой малопрозрачный минералъ, сходный по своему строенію и цвѣту, но отличающійся отъ нихъ значительно меньшей твердостью, имѣетъ составъ обыкновеннаго змѣевика и называется благороднымъ змѣевикомъ за свой болѣе красивый видъ. Встрѣчается благородный змѣевикъ въ трещинахъ и пустотахъ обыкновеннаго змѣевика близъ Екатеринбурга на Уралѣ и въ Афганистанѣ и примѣняется для приготовленія вставокъ и различныхъ мелкихъ украшеній, которыми славятся шлифовальныя фабрики Екатеринбурга. По составу данный минералъ представляетъ собою водную кремнекислую соль магнія, окрашенную въ зеленый цвѣтъ солями желѣза и хрома. Уд. вѣсъ равенъ 2,6.

Лазоревый камень, или ляписъ лазурь — представляетъ собою непрозрачный минералъ красиваго лазорево-синяго цвѣта. Минералъ хорошо принимаетъ шлифовку, но благодаря малой его твердости (5,5) отшлифованныя грани легко царапаются. Уд. вѣсъ лазореваго камня равенъ 2,6; изломъ неровный, строеніе мелкозернистое. Новѣйшія микроскопическія изслѣдованія показали, что ляписъ лазурь состоитъ изъ тѣсно сросшихся между собою зеренъ трехъ минераловъ гаюина, нозеана и содалита; кромѣ того въ минералѣ часто содержатся включенія известняка, выступающія въ видѣ бѣлыхъ пятенъ, а равно и желтые кристаллики сѣрнаго колчедана. По химическому составу, всѣ три минерала, изъ которыхъ состоитъ лазоревый камень, представляютъ собою соединеніе воднаго силиката извести и глинозема съ различнымъ количествомъ силиката натрія. Указанный составъ близко подходитъ къ составу искусственнаго ультрамарина, почему ляписъ лазурь называется часто естественнымъ ультрамариномъ. Блѣдно окрашенные образцы ляписъ лазури иногда принимаютъ болѣе темный цвѣтъ при осто-

рожномъ нагрѣваніи камня. *Встрѣчаются часто и экземпляры зеленаго цвѣта*, но они цѣнятся значительно дешевле.

Лазоревый камень встрѣчается въ известнякахъ — въ мѣстахъ ихъ соприкосновенія, или, какъ говорятъ, въ контактѣ, этихъ послѣднихъ съ изверженными породами и, главнѣйше, съ гранитомъ. Важнѣйшія мѣсторожденія лазореваго камня находятся въ бассейнѣ рѣки Оксуса въ Афганистанѣ, откуда происходятъ, вѣроятно, издѣлія изъ этого камня, пользующіяся большимъ распространеніемъ у азіатскихъ народовъ. Далѣе мѣсторожденія ляписъ лазури встрѣчаются на западномъ берегу озера Байкала въ Чилійскихъ Кордильерахъ; въ выбросахъ Везувія часто встрѣчаются куски известняка, заключающіе ляписъ лазурь. Въ древности ляписъ лазурь цѣнилась очень высоко какъ матеріалъ для приготовленія геммъ, камей и различныхъ мелкихъ украшеній, а равно и какъ хорошая синяя краска, примѣненіе которой было вытѣснено лишь съ развитіемъ приготовленія искусственнаго ультрамарина. Въ настоящее время ляписъ лазурь примѣняется для приготовленія вставокъ и другихъ украшеній, для мозаичныхъ работъ и для покрышки издѣлій изъ другихъ матеріаловъ, а равно стѣнъ комнатъ и другихъ сооруженій. Міровою извѣстностью пользуются комнаты въ Зимнемъ дворцѣ въ Петербургѣ и въ Царскосельскомъ дворцѣ, стѣны которыхъ выложены большими пластинами изъ ляписъ лазури.

Такъ какъ цѣна ляписъ лазури доходитъ, въ зависимости отъ цвѣта и величины кусковъ, до нѣсколькихъ сотъ марокъ за килограммъ, то въ продажѣ часто встрѣчаются поддѣлки подъ ляписъ лазурь изъ другихъ менѣе цѣнныхъ матеріаловъ, среди которыхъ наибольшимъ распространеніемъ пользуются окрашенное стекло, агатъ и особенно мѣдная лазурь. Издѣлія изъ стекла легко отличаются своимъ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, издѣлія изъ агата большею $6^1/2$, а изъ мѣдной лазури меньшею (4) твердостью. Мѣдная лазурь часто шлифуется въ Россіи, гдѣ она встрѣчается въ видѣ сплошныхъ кусковъ, достигающихъ иногда довольно значительной величины.

Въ Россіи же пользуется большимъ распространеніемъ малахитъ, сходный по составу съ указанной мѣдной лазурью. По причинѣ своего красиваго цвѣта, способности хорошо принимать политуру и своеобразнаго жилковатаго строенія малахитъ часто примѣняется для изготовленія различныхъ издѣлій, которыми особенно славится Уралъ, гдѣ малахитъ встрѣчается въ большомъ количествѣ. Небольшіе предметы дѣлаютъ изъ цѣльныхъ кусковъ малахита, а большіе покрываются пластинами изъ этого минерала. Малахитъ рѣдко встрѣчается въ видѣ кристалловъ, гораздо чаще онъ образуетъ сплошныя массы, поверхность которыхъ покрыта шаровидными возвышеніями, что придаетъ имъ своеобразную, такъ называемую почковидную форму. Жилки малахита располагаются перпендикулярно къ поверхности этихъ возвышеній и вся масса получаетъ лучисто жилковатое строеніе. Твердость малахита $3^1/2$; уд. в. около 3,7. Отъ другихъ сходныхъ съ нимъ минераловъ малахитъ отличается способностью вскипать съ кислотою. Изъ большихъ малахитовыхъ сооруженій пользуются міровою извѣстностью покрытыя малахитомъ колонны Исаакіевскаго собора въ Петербургѣ и собора св. Софіи въ Константинополѣ. Послѣднія замѣчательны своей древностью, такъ какъ онѣ были взяты изъ храма Діаны Эфесской.

Иногда подвергается шлифовкѣ и сѣрный колчеданъ, такъ какъ онъ, будучи отполированъ, получаетъ красивый металлическій блескъ. Уд. вѣсъ этого минерала равенъ 5, его твердость $6^1/2$.

Гематитъ или красный желѣзнякъ, называемый такъ же кровавикомъ за *ярко красный цвѣтъ своего порошка, легко обнаруживающійся* при измельченіи минерала или въ чертѣ на пластинкѣ изъ необожженнаго фарфора, представляетъ по химическому составу окись желѣза и встрѣчается

въ природѣ довольно часто. Будучи отполированъ, данный минералъ пріобрѣтаетъ сильный металлическій блескъ и красивый стальносиній цвѣтъ. Гематитъ совершенно непрозраченъ и примѣняется для вставокъ въ кольца и другихъ мелкихъ украшеній, а равно и для рѣзьбы геммъ. Замѣчательнѣйшія мѣсторожденія гематита, пригоднаго для шлифовки, находятся въ мѣстечкѣ Камсдорфѣ въ Тюрингіи, на островѣ Эльбѣ и близъ Бильбао въ Испаніи.

Плавиковый шпатъ, по составу фтористый кальцій, часто продается за сходные съ нимъ по окраскѣ драгоцѣнные камни. Такъ желтый плавиковый шпатъ продается за топазъ, зеленый — за изумрудъ, розовый за шпинель. Характернымъ признакомъ для отличія въ этомъ случаѣ можетъ служить твердость, которая у плавиковаго шпата равна 4, являясь, такимъ образомъ, значительно меньшею твердости другихъ драгоцѣнныхъ камней. Удѣльный вѣсъ этого минерала — около 3,2.

Естественныя лавы.

Естественныя лавы, разсматриваемыя въ геологіи, какъ новѣйшія вулканическія породы, въ техникѣ часто служатъ матеріаломъ для приготовленія различныхъ украшеній, являясь въ этомъ отношеніи полудрагоцѣнными камнями.

Непрозрачныя сѣрыя и коричневыя лавы Везувія идутъ на приготовленіе геммъ, въ которыхъ въ данномъ случаѣ цѣнится только работа, такъ какъ матеріалъ, изъ котораго онѣ сдѣланы, встрѣчается въ большомъ количествѣ и, сообразно съ этимъ, цѣнится довольно дешево. Особенно большимъ распространеніемъ различныя подѣлки изъ лавъ пользуются въ Италіи, гдѣ путешественникамъ постоянно предлагаютъ браслеты, кольца, камни для иголокъ и т. п. предметы изъ лавы.

Обсидіанъ, объ археологическомъ значеніи котораго было уже сказано во введеніи, представляетъ собою стекловатую лаву съ характернымъ раковиннымъ изломомъ темно-бураго или чернаго цвѣта, слегка просвѣчивающую въ краяхъ. Уд. вѣсъ обсидіана равенъ 2,3—2,6, его твердость отъ 6 до 7, заключаясь между твердостью полевого шпата и кварца. Химическій составъ обсидіана сходенъ съ составомъ обыкновеннаго стекла и въ него входятъ кремнекислыя соединенія глинозема, натрія, калія, извести и окиси желѣза. Сообразно со способомъ происхожденія обсидіана въ кажущейся на первый взглядъ однородной массѣ минерала легко подъ микроскопомъ замѣтить включенія газовъ и микролитовъ, имѣющихъ форму волосъ, иголъ, перьевъ и т. п., что указываетъ на начатки дифференцированія однородной массы обсидіана на отдѣльные минералы. Изъ обсидіана готовятся траурныя украшенія. На Араратѣ находится мерцающій обсидіанъ, изъ котораго въ Тифлисѣ дѣлаютъ различныя украшенія. Обсидіанъ встрѣчается довольно часто въ вулканическихъ странахъ. Такъ, большое количество этого минерала добывается на Липарскихъ островахъ, въ Исландіи, въ Ножевой горѣ (Cerro de las Navajas) въ Мексикѣ (мѣсторожденіе было извѣстно еще древнимъ обитателямъ этой страны) и въ такъ называемомъ національномъ паркѣ въ Соединенныхъ Штатахъ. Мареканитомъ называется въ Россіи желтый обсидіанъ изъ окрестностей деревни Мареканъ въ Восточной Сибири. Подѣлки подъ обсидіанъ изъ искусственнаго стекла съ трудомъ отличаются отъ настоящаго обсидіана; напротивъ того часто встрѣчающіяся подѣлки изъ агата легко отличаются по малой своей твердости и совершенной непрозрачности.

Чрезвычайно оригинальнымъ по условіямъ своего залеганія минераломъ является молдавитъ, относительно котораго возникаетъ сомнѣніе, представляетъ ли онъ собою лаву, или искусственное стекло древнихъ стеклянныхъ фабрикъ. Молдавитъ встрѣчается небольшими кусками величиною не болѣе половины кулака въ наносахъ рѣкъ и ручьевъ въ округѣ Будвейсъ въ Южной Богеміи и близъ Требшитца въ Моравіи. Цвѣтъ молдавита — буты-

лочно-зеленый, почему данный минералъ называется также бутылочнымъ стекломъ и иногда псевдохризолитомъ, по сходству своего цвѣта съ цвѣтомъ хризолита. Въ массѣ минерала содержатся пузырьки воздуха. Въ Богеміи молдавитъ цѣнится какъ до извѣстной степени національный камень. Вставки изъ молдавита въ формѣ бриліанта или таблицъ вмѣстѣ со вставками изъ граната находятся въ большомъ количествѣ въ ювелирныхъ магазинахъ Праги. Отъ хризолита, зеленаго турмалина и другихъ сходныхъ съ нимъ по цвѣту минераловъ молдавитъ легко отличается меньшею твердостью и удѣльнымъ вѣсомъ. Поры въ молдавитѣ часто достигаютъ такой величины, что становятся замѣтными и для невооруженнаго глаза.

Морская пѣнка.

Морская пѣнка представляетъ собою непрозрачный бѣлый минералъ, изъ котораго готовятся распространенные по всему свѣту мундштуки. По составу морская пѣнка представляетъ собою водный силикатъ магнезіи, являясь въ этомъ отношеніи сходною съ талькомъ и змѣевикомъ. Наиболѣе цѣнится бѣлая морская пѣнка, хотя попадаются и куски этого минерала, имѣющіе сѣроватый и красноватый оттѣнокъ. Морская пѣнка встрѣчается въ видѣ округленныхъ кусковъ, залегающихъ въ глинѣ. Твердость ея 2, удѣльный вѣсъ 1,0—1,3. Минералъ жадно поглощаетъ воду, увеличиваясь въ вѣсѣ. Подобно другимъ минераламъ, впитывающимъ воду, морская пѣнка прилипаетъ къ языку. Послѣ полировки она блеститъ восковымъ блескомъ; легко обрабатывается ножомъ, сверлами и на токарномъ станкѣ. Извѣстныя по своей производительности мѣсторожденія морской пѣнки находятся близъ мѣстечка Эски-Шеръ въ Малой Азіи, Хрубшютца въ Моравіи, въ Крыму, во Франціи и нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ. Центромъ фабрикаціи издѣлій изъ морской пѣнки служитъ Вѣна. Изъ остатковъ производства здѣсь склеиваютъ цѣльные куски такъ искусно, что неопытный глазъ не отличитъ ихъ отъ цѣлыхъ кусковъ.



374. **Статуэтка изъ агальматолита.**
Китайская работа. (Натур. вел.)

Агальматолитъ или картинный камень сходенъ по составу съ талькомъ и представляетъ собою водный силикатъ глинозема. Агальматолитъ легко рѣжется и хорошо принимаетъ полировку, почему онъ часто примѣняется въ Китаѣ для вырѣзыванія амулетовъ и небольшихъ идоловъ (фиг. 374).

Янтарь.

Уже со временъ глубокой древности янтарь высоко цѣнился какъ матеріалъ для выдѣлки различныхъ мелкихъ подѣлокъ. Добыча янтаря производится, главнѣйше, въ Пруссіи и въ небольшомъ сравнительно количествѣ въ Сициліи. Въ Бирмѣ находится минералъ бирмитъ, сходный съ янтаремъ по своему наружному виду, но отличающійся отъ него отсутствіемъ въ немъ янтарной кислоты. Небольшія, сравнительно, количества пригодныхъ для подѣлокъ кусковъ бирмита вывозятся въ Китай.

Янтарь представляетъ собою затвердѣвшую смолу особой породы хвой-

ныхъ деревьевъ, пользовавшихся въ началѣ третичной эпохи большимъ распространеніемъ въ сѣверной Германіи. Подобно современнымъ хвойнымъ деревьямъ названныя породы содержали въ стволѣ большое количество смолы, образовавшей мѣстами натеки на стволахъ; при поломкѣ дерева вѣтромъ смола въ изобиліи вытекала наружу, заполняла изломы, капала съ вѣтвей на почву, стекала внизъ по рытвинамъ и скоплялась здѣсь по мѣрѣ вымиранія многихъ поколѣній деревьевъ въ большомъ количествѣ. Такое накопленіе янтаря происходило до начала третичной эпохи, когда область, занятая лѣсомъ, опустилась и покрылась водою. Растенія при этомъ подверглись гніенію, янтарь же, какъ болѣе легкій матеріалъ, сносился водою и отлагался ею въ пластахъ зеленовато-синяго и синеватаго глинистаго песка. Мѣсторожденія янтаря сѣверной Пруссіи необходимо поэтому разсматривать какъ большую розсыпь, тянущуюся отъ мѣстечка Пальмникенъ (см. фиг. 375) черезъ Брюстерортъ до города Кранца. Синеватый минералъ, отъ котораго зависитъ окраска песка, называется главконитомъ, отчего и самая порода получила названіе главконитоваго песка. Порода, содержащая янтарь, достигаетъ 3 метровъ мощности и выходитъ на разстояніи нѣсколькихъ сотъ метровъ отъ морского берега на глубинѣ 5—6 метровъ подъ уровнемъ воды. Морской берегъ возвышается



375. **Карта морского берега въ Замландѣ.**

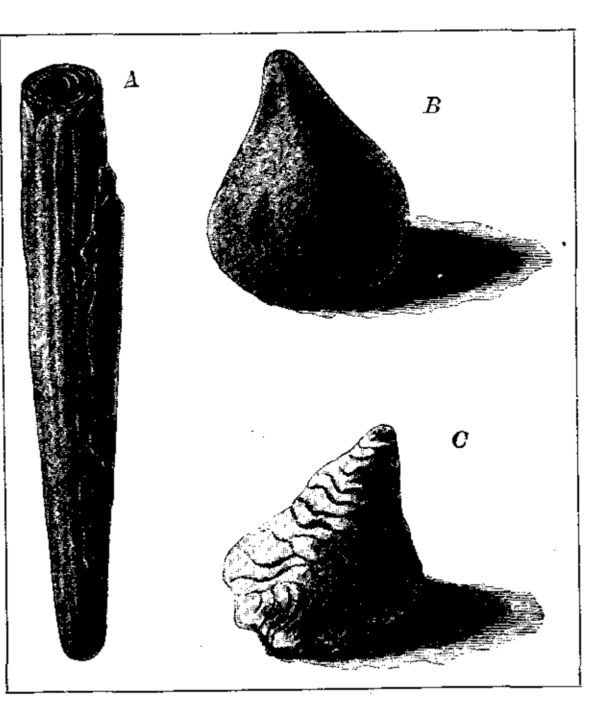
Западъ — Востокъ; Дилювій; Послѣтретичные осадки; Уровень Балтійскаго моря; Главконитовая формація

376. **Идеальный разрѣзъ прибрежной полосы въ Замландѣ.** По В. Рунге.

почти повсемѣстно на 25 метровъ надъ уровнемъ воды и янтароносный пластъ, прикрытый сверху третичными и аллювіальными наносами, залегаетъ здѣсь на глубинѣ 30 метровъ подъ поверхностью земли (см. фиг. 376). Слѣдуетъ признать, что въ прежнія эпохи отложенія янтаря здѣсь имѣли гораздо болѣе значительные размѣры и что впослѣдствіи море отнесло ихъ на далекія разстоянія вплоть до Польши на югѣ и до береговъ Великобританіи на

сѣверѣ, такъ какъ отдѣльныя скопленія янтаря встрѣчаются на всемъ этомъ пространствѣ и служатъ иногда предметомъ добычи.

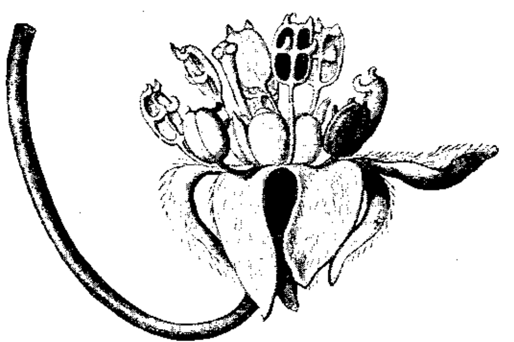
Янтарь представляетъ собою почти единственный минералъ растительнаго происхожденія, служащій для выдѣлки изъ него различныхъ украшеній. Уд. вѣсъ янтаря—1,05, твердость 2,5. Янтарь легко обдѣлывается рѣжущимъ инструментомъ, хорошо полируется, почему и примѣняется для приготовленія различныхъ украшеній. Большимъ неудобствомъ этого минерала служитъ его хрупкость, почему издѣлія изъ янтаря необходимо тщательно беречь отъ паденія. Янтарь горитъ и содержитъ янтарную кислоту, присутствіемъ которой онъ отличается отъ всѣхъ другихъ смолъ. Янтарь бываетъ окрашенъ въ различные оттѣнки желтаго цвѣта и обладаетъ различною степенью прозрачности, являясь то совершенно прозрачнымъ, то мутнымъ. Ранѣе дороже остальныхъ цѣнился непрозрачный бѣловато-желтый янтарь; въ новѣйшее время снова началъ входить въ моду совершенно прозрачный янтарь желтаго цвѣта. Причиною этого послужило то обстоятельство, что въ новѣйшее время изобрѣли способъ приготовленія крупныхъ кусковъ прессованнаго янтаря изъ нѣсколькихъ болѣе мелкихъ кусковъ натуральнаго янтаря. Желтый прозрачный янтарь встрѣчается сравнительно рѣдко и при прессованіи теряетъ свою прозрачность, почему издѣлія изъ этого янтаря и являются обыкновенно приготовленными изъ цѣлыхъ кусковъ въ томъ видѣ, въ какомъ они находятся въ природѣ, чего нельзя сказать про издѣлія изъ янтаря непрозрачнаго.



377. **Формы скопленій янтаря.** По Конвентцу.
A Сталактитъ изъ янтаря, *B* янтарная капля, *C* сталагмитъ изъ янтаря.

Янтарь встрѣчается въ природѣ въ формѣ галекъ съ обтертыми краями, хотя иногда попадаются менѣе обтертые куски, форма которыхъ указываетъ на способъ образованія янтаря. Такъ часто встрѣчаются куски, состоящіе изъ нѣсколькихъ слоевъ, ясно показывающихъ наростаніе массы періодическимъ истеченіемъ смолы изъ дерева. Далѣе янтарь часто встрѣчается въ натечныхъ образованіяхъ въ формѣ сталактитовъ, сталагмитовъ и въ формѣ капель (см. фиг. 377). Формы эти образуются при паденіи капель смолы съ вѣтвей на почву, причемъ на вѣтвяхъ получаются сталактиты, подъ ними сталагмиты, а нѣкоторыя капли застыли въ своемъ первоначальномъ видѣ въ формѣ груши.

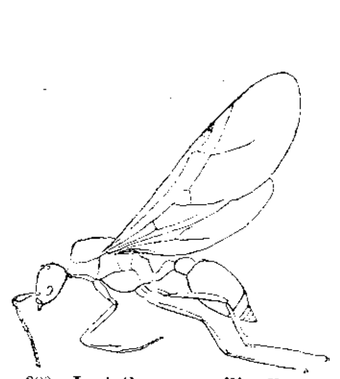
Различная степень прозрачности янтаря объясняется подобно различной прозрачности смолы хвойныхъ деревьевъ слѣдующимъ образомъ. Въ самомъ деревѣ янтарь течетъ вмѣстѣ съ растительнымъ сокомъ по сосудамъ ствола,



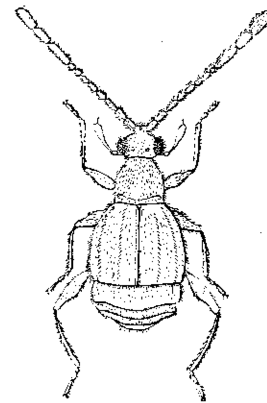
378. **Cinnamomum prototypum, Conwentz.**
(Цвѣты коричневаго дерева.)



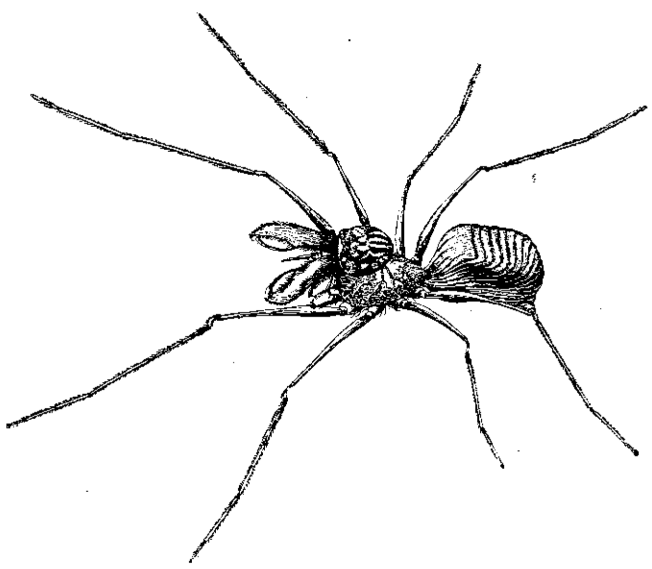
379. **Pinus Reichiana, Conwentz.**
(Мужской цвѣтокъ.)



380. **Leptothorax gracilis, Mayr.**



381. **Ctenistodes claviger, Schaufuss.**



382. **Archaea paradoxa, Koch u. Berendt.**

378—382. **Включенія въ янтарь.** (Въ значительно увеличенномъ видѣ.)

выполняетъ ихъ и вслѣдствіе содержанія въ немъ множества воздушныхъ пузырьковъ является мутнымъ, не чистымъ. Нагрѣваясь солнечными лучами, янтарь размягчался и давалъ капли чистаго янтаря въ то время, какъ всѣ примѣси къ нему оставались въ стволѣ дерева. Эти капли и образовали прозрачные куски янтаря желтаго цвѣта. Происхожденіе янтаря изъ жидкой смолы подтверждается присутствіемъ въ немъ включеній различныхъ насѣкомыхъ, иногда листьевъ, лепестковъ цвѣтовъ, кусочковъ дерева, стеблей и тому подобныхъ предметовъ, которые обволакивались жидкимъ янтаремъ, а равно и многочисленными отпечатками, которые оставляли эти предметы на его поверхности.

Всѣ такія включенія прекрасно сохранились въ янтарѣ и изученіе ихъ показало, что фауна насѣкомыхъ третичнаго періода была чрезвычайно близка современной фаунѣ, а растительность кромѣ сосенъ, елей, пихтъ и другихъ породъ хвойныхъ деревьевъ, населяющихъ наши лѣса заключала много пальмъ, магнолій, коричневыхъ деревьевъ и другихъ представителей современной тропической флоры. Нѣкоторыя изъ включеній въ янтарь представлены въ увеличенномъ видѣ на прилагаемыхъ рисункахъ 378—382. Включенія эти тщательно изучаются различными естествоиспытателями и богатѣйшая коллекція такихъ включеній принадлежитъ янтарному музею фирмы Stantien и Becker въ Кенигсбергѣ въ Пруссіи.



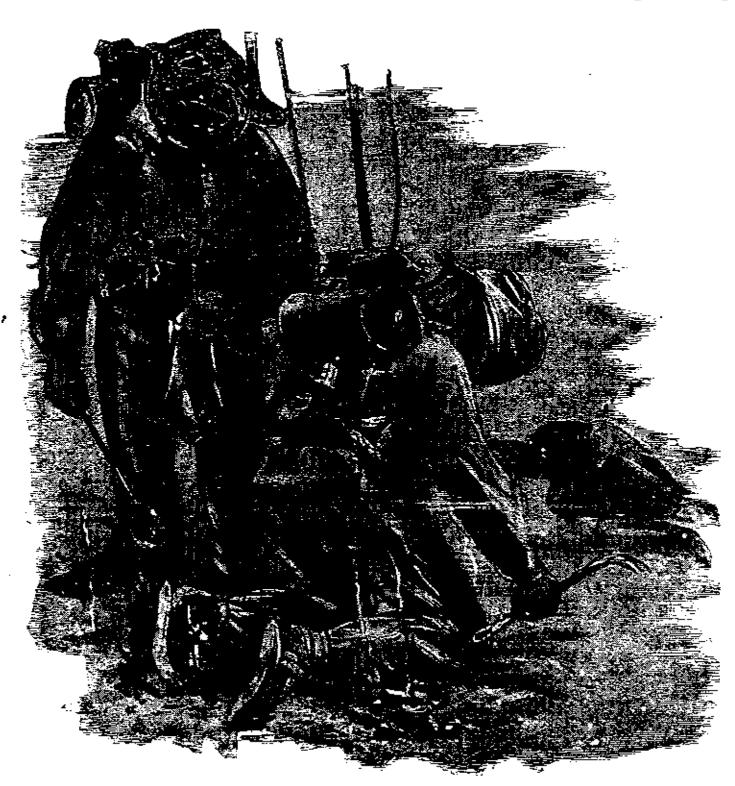
383. **Ловля янтаря сачкомъ.** По д-ру Клебсу.

Вернемся однако къ описанію добычи янтаря. Уже многія тысячи лѣтъ бушующія волны Балтійскаго моря подмываютъ высокій морской берегъ у сѣверныхъ береговъ Пруссіи и при дѣятельномъ содѣйствіи мороза, дождя, вѣтра и другихъ атмосферныхъ агентовъ мало по малу разрушаютъ его, унося все большія и большія массы породы въ море. Осенью и весною, когда сильные сѣверные и западные вѣтры поднимаютъ высокія волны въ Балтійскомъ морѣ — волненіе доходитъ до дна и размываетъ его. Со дна моря вырывается при этомъ много кусковъ янтаря, которые выбрасываются на морской берегъ и здѣсь собираются жителями прибрежной полосы. Уже древнимъ грекамъ и римлянамъ былъ извѣстенъ янтарь съ береговъ Балтійскаго моря, который употреблялся ими для приготовленія различныхъ украшеній. У грековъ янтарь назывался электрономъ и имъ было извѣстно свойство янтаря возбуждать электричество при треніи о сукно, откуда и

произошло названіе этой силы природы, играющей столь значительную роль въ настоящее время.

У грековъ же имѣется и поэтическая легенда объ образованіи этого минерала. Согласно съ этой легендой янтарь представляетъ собою слезы сестеръ Фаэтона сына Феба, оплакивавшихъ гибель ихъ брата, погибшаго въ безумной попыткѣ править колесницей своего отца. Сестры были превращены въ лиственницы, а ихъ постоянно сочнвшіяся слезы превратились въ янтарь.

Такой первобытный способъ добычи янтаря сохранился еще и до настоящаго времени. И теперь еще жители Замланда, такъ называется прибрежная полоса, гдѣ добывается янтарь, во время бурь выходятъ на высокій берегъ и слѣдятъ за тѣмъ, куда выбрасываетъ море глыбы янтароноснаго песку. Замѣтивъ это мѣсто, всѣ и старый и малый спѣшатъ къ нему; рыбаки небольшими сѣтями вылавливаютъ (см. фиг. 383) куски породы и бросаютъ ихъ на берегъ, гдѣ ихъ жены и дѣти выбираютъ изъ песка янтарь, называемый здѣсь „золотомъ Замланда“ или „благословеніемъ моря“. Добыча янтаря даетъ при этомъ до нѣсколькихъ тысячъ марокъ доходу за одну ловлю.

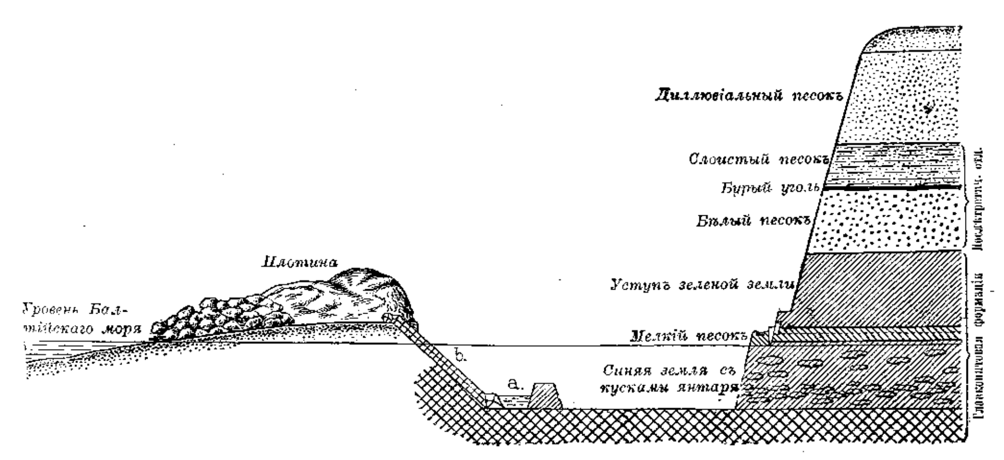


384. **Водолазъ на днѣ морскомъ.** По д-ру Клебсу.

Много янтаря остается однако на морскомъ днѣ и въ ясные январскіе и февральскіе дни можно видѣть золотистожелтые куски этого камня на бѣломъ пескѣ морского дна. Является поэтому вполнѣ естественной ловля этого янтаря при помощи небольшихъ сѣтей съ лодокъ. Наконецъ фирма Stantien и Becker стала пользоваться для ловли услугами водолазовъ (фиг. 384), которые спускались на дно моря и добывали янтарь подъ водою. Водолазы работаютъ примѣрно 150 дней въ году, проводя ежедневно по 2 часа подъ водою и получаютъ за это по 5 марокъ въ день, что для данной мѣстности надо признать очень высокой платой. Легко добываемые куски были однако вскорѣ извлечены и этотъ способъ добычи былъ прекращенъ, какъ не окупающій связанныхъ съ нимъ большихъ расходовъ.

Та же фирма Stantien и Becker примѣнила еще и другой способъ массовой добычи янтаря. Замѣтивъ, что дно Куришгафа близъ Шварцорта содер-

жить янтарь въ количествѣ, заслуживающемъ добычи, администрація фирмы поставила здѣсь цѣлую флотилію землечерпательныхъ машинъ, которыми было взрыто дно залива на глубину болѣе 10 метровъ. Добытая порода промывалась и просѣивалась для извлеченія содержащагося въ ней янтаря, который однако вскорѣ выработался весь, почему и пришлось пріостановить добычу. Замѣчательно, что въ этомъ мѣстѣ вмѣстѣ съ кусками сырого янтаря попадалось много грубыхъ янтарныхъ издѣлій, принадлежавшихъ вѣроятно первобытнымъ обитателямъ Замланда. Янтарь попалъ въ заливъ изъ моря, вѣроятно, еще въ то время, когда песчанистая коса, ихъ отдѣляющая, не представляла собою сплошной перегородки, а рядъ островов съ проливами между ними, которыми море сообщалось съ заливомъ. Нахлынувшее море поглотило находившіеся на твердой землѣ могильные курганы, служившіе мѣстомъ погребенія первобытныхъ жителей этой страны, размыло



385. **Разрѣзъ разработокъ янтаря на берегу моря.** По В. Рунге.

ихъ и отложило содержавшіяся въ нихъ издѣлія вмѣстѣ съ кусками сырого янтаря въ почвѣ залива.

Въ настоящее время янтарь добывается горными работами, открытыми или подземными, на копяхъ близъ Палмниккена. Попытки разработки самой янтароносной породы начались уже давно. Первоначально для этой цѣли вырывались ямы близъ берега моря, причемъ добытая порода складывалась тутъ же и образовала плотину, защищающую разработки отъ моря (см. фиг. 385). Дойдя до синей земли, содержащей янтарь, добывали куски этого камня и доставляли ихъ на поверхность; попадавшую же въ разносъ воду поднимали норіями обратно въ море. Каждую весну и осень разносы эти заливались водою и отличались поэтому крайне малою продолжительностью своего существованія. Это обстоятельство заставило предпринять обширныя земляныя работы, чтобы предохранить разработки отъ разрушительнаго дѣйствія морского прибоя и подъ защитой этихъ сооруженій вести постоянную добычу янтаря въ болѣе обширныхъ размѣрахъ.

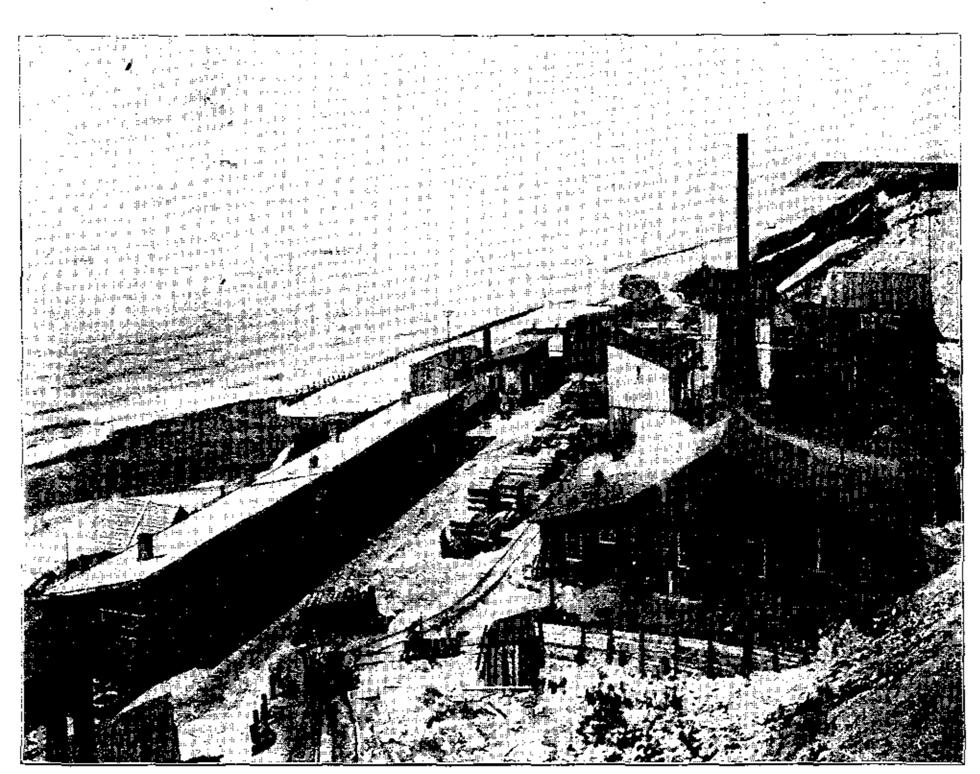
Первою выступила съ такими работами та же фирма Stantien и Becker, перешедшая въ 1872 году къ подземной работѣ янтаря. Фиг. 386 представляетъ собою одинъ изъ обширныхъ разносовъ этой компаніи, а на (фиг. 385) представлена шахта „Анна“ подземныхъ разработокъ той же компаніи. Слѣдуетъ замѣтить, что веденіе подземныхъ работъ для добычи янтаря требуетъ величайшей осторожности со стороны рабочихъ и администраціи рудника. Синій песокъ, содержащій янтарь, покрытъ сверху мощ-



386. **Разрѣзъ для добычи янтаря на берегу Балтійскаго моря въ Пальмникенѣ.** Съ фотографіи Готхейля въ Кенигсбергѣ.

нымъ слоемъ плывуна. При прохожденіи штрековъ необходимо поэтому строго наблюдать за тѣмъ, чтобы мельчайшія трещины въ кровлѣ были тщательно задѣланы соломой или хворостомъ и малѣйшая неосторожность въ этомъ отношеніи можетъ повлечь за собою моментальное затопленіе всѣхъ выработокъ массою тонкаго песка съ водою изъ кровли. Всѣ выработанныя уже пространства должны быть поэтому тщательно отдѣлены отъ рабочихъ пространствъ особыми перемычками.

Добычею здѣсь занимаются около 1500 челов. рабочихъ, добывающихъ около 100 000 куб. метр. породы со среднимъ содержаніемъ около 3 кгр. янтаря въ 1 куб. метрѣ породы.



387. **Новыя шахты компаніи Стантіенъ и Беккеръ на берегу Балтійскаго моря въ Пальмникkенѣ.**
Съ фотографіи Готтхейля и Сына въ Кенигсбергѣ.

Доставленная на поверхность порода промывается на ситахъ водою, поднимаемою изъ шахты, послѣ чего оставшіеся на ситахъ куски янтаря помѣщаются въ движущіеся сосуды, гдѣ они отмываются содой и пескомъ отъ облекающей ихъ корки вывѣтреннаго янтаря. Далѣе куски сортируются по ихъ величинѣ, формѣ, прозрачности и цвѣту множествомъ работницъ (фиг. 388), послѣ чего крупные куски идутъ въ продажу, а болѣе мелкіе тщательно отскабливаются ножемъ и идутъ на приготовленіе крупныхъ кусковъ прессованнаго янтаря. Изъ мельчайшихъ осколковъ нечистаго янтаря готовятъ лакъ, а получающуюся при этомъ янтарную кислоту продаютъ на заводы для приготовленія анилиновыхъ красокъ.

Приготовленіе различныхъ украшеній изъ янтаря, которыя находятъ себѣ большой спросъ въ различныхъ частяхъ свѣта, сосредоточивалось прежде почти исключительно въ Данцигѣ и только за послѣднее время эта отрасль

промышленности начала прививаться въ другихъ городахъ и особенно въ Вѣнѣ. Въ большихъ мастерскихъ янтарныхъ издѣлій стараются удовлетворить самымъ разнообразнымъ вкусамъ и наряду съ изящными украшеніями для Европейскаго рынка здѣсь можно встрѣтить и грубыя серьги и другія украшенія для ушей и для продѣванія черезъ ноздри, которыя находятъ себѣ сбытъ въ малокультурныхъ государствахъ центральной Африки.

Гагатъ.

Гагатъ представляетъ собою единственный кромѣ янтаря минералъ растительнаго происхожденія, который примѣняется для выдѣлки различныхъ



388. **Сортировка янтаря.** Съ фотографіи Готтхейля въ Кенигсбергѣ.

украшеній. Гагатъ представляетъ собою одну изъ разновидностей каменнаго угля, отличающуюся густымъ чернымъ цвѣтомъ, стеклянньмъ блескомъ, большою твердостью, способностью хорошо принимать шлифовку и легко обдѣлываться ножемъ и другими рѣжущими инструментами. Твердость гагата 3—4, удѣльный вѣсъ — около 1,35. Центромъ гагатовой промышленности служитъ въ настоящее время мѣстечко Витби въ Іоркшейрѣ въ Англіи, гдѣ гагатъ, называемый здѣсь іетомъ, находится въ отложеніяхъ юрской системы. Кромѣ этихъ мѣсторожденій гагатъ находится въ Вюртембергѣ въ Германіи и въ департаментѣ Ландъ во Франціи — оба мѣсторожденія относятся къ мѣловой системѣ. Испанія добывала ранѣе большое количество гагата, а въ настоящее время богатыя мѣсторожденія этого минерала найдены въ Сѣверной Америкѣ. Иногда вмѣсто гагата употребляется для украшеній другая разновидность каменнаго угля — кеннельскій уголь, но издѣлія изъ этого минерала цѣнятся гораздо дешевле издѣлій изъ гагата.

Значеніе данной отрасли промышленности лучше всего иллюстрируется тѣмъ, что въ настоящее время мастерскія мѣстечка Витби даютъ заработокъ болѣе чѣмъ 1000 челов. рабочихъ и производятъ продуктовъ на сумму около 2 милліоновъ марокъ.

Несмотря на малую цѣну гагатовыхъ издѣлій, въ продажѣ встрѣчаются поддѣлки подъ гагатъ изъ гуттаперчи и стекла. Поддѣлки изъ стекла легко отличаются отъ гагата своимъ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ и тѣмъ, что они на ощупь кажутся холодными. Издѣлія изъ гуттаперчи легко отличаются тѣмъ, что при треніи о сукно они электризуются и притягиваютъ къ себѣ бумажки и другіе легкіе предметы.

Черный агатъ, изъ котораго также дѣлаются различныя траурныя украшенія, легко отличается отъ гагата большою твердостью. Агатъ стоитъ впрочемъ значительно дороже гагата, а потому въ продажѣ встрѣчаются скорѣе поддѣлки подъ первый минералъ издѣлій изъ гагата.

Краткій геологическій очеркъ Россіи.

Кора земная въ предѣлахъ Россіи отличается большимъ разнообразіемъ какъ въ орографическомъ, такъ и въ геологическомъ отношеніяхъ. Современный характеръ ея, какъ и вообще всего лика земли, формировался медленно и постепенно подъ вліяніемъ различныхъ геологическихъ агентовъ, которые неустанно работаютъ до настоящаго времени. Одни изъ нихъ перемѣщаютъ отдѣльныя части земной коры или производятъ вышеописанныя формы дслокаціи (см. стр. 39, 40 и др.), доставляютъ изъ нѣдръ земли на поверхность новыя горныя породы и нагромождаютъ мощные горные кряжи, какъ, напр., Кавказъ, Уралъ, Тянь-шань и пр. Другіе же постепенно разрушаютъ породы, переносятъ измельченный матеріалъ и отлагаютъ его въ видѣ обширныхъ горизонтальныхъ пластовъ съ остатками организмовъ, которые даютъ возможность опредѣлить главные періоды развитія земли, поименованные выше (стр. 45). Такія накопленія осадковъ, если они не перемѣщаются, сглаживаютъ поверхность и придаютъ ей равнинный характеръ, какъ, напр., равнины Евр. Россіи, З. Сибири, Туркестана и др. На обширной площади Россіи тѣ и другіе элементы имѣютъ одинаково широкое развитіе и обусловливаютъ тотъ или другой характеръ рудоносности или вообще мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ. Къ сожалѣнію, Россія изучена весьма неравномѣрно, какъ въ орографическомъ, такъ и въ геологическомъ отношеніи: гораздо полнѣе изслѣдована собственно Евр. Россія, для которой имѣется уже цѣлый рядъ обзорныхъ картъ: орографическая, геологическая, почвенная и др.; тогда какъ въ Азіатской Россіи съ нѣкоторою полнотою изучены только отдѣльные клочки, часто даже не связанные между собой и рядомъ съ которыми находятся огромныя площади, извѣстныя только въ самыхъ общихъ чертахъ или даже совершенно неизслѣдованныя. Въ виду такой неравномѣрности нашихъ знаній настоящій очеркъ будетъ относиться преимущественно до Евр. Россіи, т. е. до болѣе извѣстной части и только мѣстами будутъ приводиться указанія на болѣе интересныя въ рудномъ отношеніи мѣстности Аз. Россіи.

Въ предѣлахъ Евр. Россіи находятся представители всѣхъ геологическихъ образованій, развитыхъ, впрочемъ, весьма неравномѣрно въ разныхъ мѣстахъ; они проявляются то въ видѣ спокойныхъ и даже почти горизонтальныхъ напластованій, занимающихъ значительныя площади, то въ видѣ сильно нарушенныхъ, изогнутыхъ или опрокинутыхъ пластовъ, прорѣзанныхъ

различными вулканическими породами. Такая неравномѣрность свидѣтельствуетъ о разной степени дислокаціи и выражается не только въ строеніи, *но и въ орографическихъ особенностяхъ поверхности.* *Въ средней части* Россіи дислокація проявлялась весьма слабо, тогда какъ на нѣкоторыхъ окраинахъ она отличалась большою интенсивностью, что обусловило разный орографическій характеръ этихъ частей.

Срединная часть Евр. Россіи *представляетъ плоско-волнистую поверхность* съ ничтожными относительными и абсолютными высотами, не превышающими 700—800 ф.; а такъ какъ высоты эти сглажены и выступаютъ не рѣзко, а сливаются съ низменностями постепенными переходами, то онѣ *производятъ впечатлѣніе равнины.* Однако, *подробныя изслѣдованія* показали, что равнина эта не абсолютная, а на ней выдѣляются нѣсколько крупныхъ элементовъ рельефа, между которыми первое мѣсто занимаетъ Средне-русская возвышенность, простирающаяся почти меридіанально на *1300 вер. отъ Валдайскихъ горъ до Донецкаго кряжа; высота ея отъ 600 до* 800 ф. и самые высшіе пункты достигаютъ 1050 ф., напр. Ильи-горы въ Ржевскомъ уѣздѣ. Она отдѣляетъ Прибалтійскую низменность отъ бассейновъ Днѣпра и верхней Волги и раздѣляетъ бассейнъ Днѣпра отъ бассейновъ Волги и Дона; на *ней берутъ начало многія крупныя изъ нашихъ рѣкъ,* какъ З. Двина, Волга, Ока, Донъ, Днѣпръ и пр. Съ западной стороны ея находится низменность Днѣпра, за которой слѣдуютъ Карпатскія высоты, а къ востоку залегаетъ тоже почти меридіанальная низменность Дона, за которой слѣдуетъ Волжско-Окская *возвышенность, начинающаяся на югѣ* Ергенями и оканчивающаяся Вятскими увалами; она отдѣляетъ низменность Дона отъ Волги, за которою далѣе къ востоку залегаетъ меридіанальный Уралъ, отдѣляющій Евр. Россію отъ Западно-Сибирской равнины. Правильность этихъ *меридіанальныхъ возвышенностей, представляющихъ* какъ *бы* отраженіе уральской дислокаціи, мѣстами нарушается сѣверо-западными высотами, проявляющимися уже въ крайнихъ Вятскихъ увалахъ и Тиманѣ на сѣверѣ, но въ особенности на югѣ въ Южно-русской кристаллической грядѣ и самомъ Кавказскомъ *кряжѣ.* *Сѣверо-западное направленіе Кавказа* сохраняется и по ту сторону Каспія въ Капетъ-дагѣ и другихъ степныхъ горахъ, а также въ системѣ Тянь-шаня, гдѣ оно постепенно смѣняется сѣверо-восточнымъ, преобладающимъ до самыхъ крайнихъ предѣловъ Азіатской Россіи.

Въ противоположность *сравнительно спокойной поверхности срединной* Россіи, окраины ея отличаются большими нарушеніями, выразившимися въ образованіи обширныхъ горныхъ областей: Финляндіи, Урала и Кавказа, которыя сформировались въ разное время. Изъ нихъ самый новый Кавказъ отличается наибольшею высотою (до *18,500 ф. въ вершинахъ) и расчлененностью,* за нимъ слѣдуетъ Уралъ, и наконецъ Финляндскія горы считаются самыми древними, а потому наиболѣе сглаженными и пониженными. За исключеніемъ этихъ горныхъ окраинъ, рѣзко обособляющихъ Евр. Россію, всѣ остальныя границы ея *являются какъ бы открытыми; на сѣверѣ* поверхность ея постепенно спускается къ Бѣлому и Ледовитому морямъ, на юго-востокѣ — къ Каспію и Туранской низменности, а на западѣ къ Сѣверо-Германской низменности.

Разница въ орографическомъ *характерѣ средины и окраинъ* Европ. Россіи, какъ уже сказано, находится въ зависимости отъ различной напряженности дислокаціонныхъ процессовъ, которые на окраинахъ нагромоздили мощные горные кряжи, а въ срединѣ едва проявились. Само собой разумѣется, что въ мѣстахъ наибольшаго возмущенія, *какъ на Кавказѣ или Уралѣ,* на дневную поверхность выступаютъ породы самой различной древности, а въ томъ числѣ и самыя древнія, тогда какъ въ средней Россіи древнія породы большею частью замаскированы, прикрыты болѣе новыми и высту-

паютъ только тамъ, гдѣ со времени ихъ образованія не отлагались другія породы. Эта же причина способствовала сильному измѣненію или метаморфизаціи горныхъ породъ въ горахъ, выдѣленію или концентраціи отдѣльныхъ элементовъ ихъ, а въ томъ числѣ и рудныхъ, которые, скопляясь, дали начало разнообразнымъ руднымъ мѣсторожденіямъ. Въ средней же Россіи породы почти не подвергались измѣненію, сохранили свой первоначальный видъ или же измѣнились только въ самыхъ верхнихъ частяхъ; вслѣдствіе этого мѣсторожденія полезныхъ ископаемыхъ въ нихъ имѣютъ, такъ сказать, характеръ первоначальный и не отличаются такимъ разнообразіемъ, какъ въ горахъ.

Самыя древнія образованія или такъ называемыя архейскія занимаютъ въ Россіи обширныя пространства. Какъ и въ другихъ мѣстахъ они состоятъ изъ мощной толщи гнейсовъ, гранитовъ и различныхъ кристаллическихъ сланцевъ, толщина которыхъ вѣроятно не меньше, чѣмъ въ другихъ странахъ, напр., въ Канадѣ, Баваріи и пр., гдѣ она опредѣлена въ 100,000 ф. Они составляютъ основаніе, на которомъ отлагались всѣ другіе осадки, но мѣстами они обнажены и выступаютъ прямо на дневную поверхность. Въ такомъ видѣ они проявляются на обширной площади Финляндіи, части Архангельской и Олонецкой губ., гдѣ они отличаются сложнымъ составомъ, сильною дислокаціею и метаморфизаціею породъ, среди которыхъ многія имѣютъ промышленное значеніе, напр., финляндскіе граниты, особенно такъ наз. раппакиви, употребляемый на постройки въ Петербургѣ; изъ него сдѣланы Александровская колонна, набережная р. Невы, колонны Исаакіевскаго собора и пр.; финляндскіе мраморы, напр. въ Рускіяльскихъ ломкахъ, доставившихъ матеріалы для Исаакіевскаго собора; на о-вѣ Паргосѣ въ этихъ мраморахъ находятся много различныхъ минераловъ. Въ гнейсахъ и сланцахъ находятся хорошія залежи мѣдныхъ, желѣзныхъ и оловянныхъ рудъ, давно разрабатываемыя напр. въ Питкарандѣ, Лупико и пр.

Кромѣ Финляндіи архейскія образованія встрѣчаются въ юго-западной Россіи, гдѣ они слагаютъ днѣпровскую кристаллическую гряду, простирающуюся съ сѣверо-запада отъ г. Ровно къ юго-востоку почти на 900 вер. Она также состоитъ изъ гранитовъ и гнейсовъ въ нижнемъ горизонтѣ и различныхъ сланцевъ въ верхнемъ горизонтѣ, въ которомъ мѣстами встрѣчаются богатыя залежи желѣзныхъ рудъ, напр. въ Кривомъ Рогѣ, доставляющемъ прекрасную руду на всѣ южно-русскіе заводы. На Уралѣ, Тиманѣ и на Кавказѣ архейскія породы имѣютъ тотъ же характеръ и содержатъ мѣсторожденія различныхъ полезныхъ ископаемыхъ, напр. на Кавказѣ: мѣдныя, свинцовыя и цинковыя руды по Кубани, Зангезурскомъ уѣздѣ и пр.; на Уралѣ кромѣ мѣдныхъ мѣсторожденій Богословска, желѣзныхъ: Благодати, Высокой и Магнитной горъ, находится много залежей хромистаго желѣзняка среди змѣевиковъ южнаго и средняго Урала, гдѣ также найдены коренныя мѣсторожденія платины въ Тагильскомъ округѣ и золотоносныя жилы въ Кочкарскомъ округѣ, близъ Екатеринбурга, въ Невьянскѣ и др. Наконецъ, въ гранитахъ и сланцахъ средняго Урала къ N-у отъ Екатеринбурга, а также въ Ильменскихъ горахъ и въ Кусинской дачѣ находятся мѣсторожденія различныхъ минераловъ, а въ томъ числѣ и драгоцѣнныхъ, каковы: изумруды, бериллы, сафиры, фенакиты, топазы и пр., а въ Бисертской дачѣ попадаются въ розсыпяхъ даже мелкіе алмазы. Всѣ эти мѣсторожденія давно уже прославили Уралъ и обусловили широкое развитіе горнозаводской промышленности его.

Несравненно большія площади занимаютъ архейскія образованія въ Тянь-шанѣ и на Памирѣ, гдѣ гнейсы и сланцы тянутся непрерывно на 1500—2000 верстъ, образуя центральный гребень Тянь-шаня и содержа многочисленныя и къ сожалѣнію еще почти нетронутыя мѣсторожденія мѣд-

ныхъ, желѣзныхъ, свинцовыхъ, цинковыхъ, мышьяковыхъ и др. рудъ и различныхъ минераловъ. Въ Сибири они также играютъ большую роль въ составѣ Алтае-Саянскихъ и Забайкальскихъ горъ, гдѣ между прочимъ по Онону находятся въ нихъ мѣсторожденія олова и золотоносныя жилы.

Архейская группа, хотя отличается мощностью и разнообразіемъ породъ, богатствомъ и многочисленностью мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ, но почти совершенно лишена органическихъ остатковъ, т. е. тѣхъ документовъ, на которыхъ основана геологическая хронологія, а потому архейскій періодъ жизни земли называютъ доисторическимъ въ отличіе отъ историческаго, характеризующагося остатками различныхъ организмовъ или такъ называемыми окаменѣлостями, которыя даютъ возможность расчленить его на нѣсколько меньшихъ періодовъ и эпохъ, когда послѣдовательно отлагались различныя системы пластовъ.

Древнѣйшимъ представителемъ палеозойской группы въ Россіи является кембрійская система, которая отложилась въ морѣ, надвигавшимся съ запада и населеннымъ только низшими организмами, особенно ракообразными — (Trilobitae). Выходы ея на дневную поверхность занимаютъ ничтожную площадь въ Европ. Россіи, хотя въ восточной Сибири она, кажется, имѣетъ широкое распространеніе. Кромѣ небольшихъ клочковъ въ Псковской и Минской губ., выходы ея извѣстны въ Кѣлецко-Сандомирскомъ кряжѣ, но главнымъ образомъ по южному берегу Финскаго залива, гдѣ она обнажается узкою полосою въ основаніи крутого обрыва, наз. глинтомъ. Она состоитъ изъ нижнихъ глинъ и верхнихъ песковъ, залегающихъ почти горизонтально и сохранившихъ свои первоначальныя петрографическія свойства, т. е. не претерпѣвшихъ никакихъ измѣненій, несмотря на свою древность. Кембрійская система почти лишена полезныхъ ископаемыхъ; въ ней находится только песокъ, лѣпная глина, да плохія залежи горючаго сланца.

Съ наступленіемъ слѣдующаго за кембрійскимъ силурійскаго періода море значительно расширилось и покрыло среднюю часть Евр. Россіи отъ Прибалтійскаго края до Урала; оно надвигалось съ запада и составляло вѣроятно продолженіе англо-скандинавскаго бассейна; но къ концу того же періода оно снова уменьшилось, отступило къ западу и представляло только небольшіе заливы въ Прибалтійскомъ краѣ, Подольской губ. и на крайнемъ сѣверо-востокѣ. Органическая жизнь въ этотъ періодъ значительно развилась; не только появились новые высшіе классы животныхъ, напр. головоногія и рыбы, но и численность ихъ возросла почти 10 000 видовъ. Хотя преобладающее значеніе имѣли морскіе организмы, но появились и нѣкоторые материковые: растенія и насѣкомыя. Выходы силурійскихъ пластовъ на поверхность находятся въ Подольской губ. по Днѣстру, въ Тиманѣ, Польшѣ, но преимущественно въ Прибалтійскомъ краѣ, гдѣ они занимаютъ наибольшую площадь, залегаютъ почти горизонтальными слоями согласно на кембрійскихъ осадкахъ, а къ югу прикрываются девонскими отложеніями. Они состоятъ главнымъ образомъ изъ различныхъ известняковъ съ небольшимъ участіемъ песчаниковъ и глинистыхъ сланцевъ съ залежами фосфоритовъ, въ Подольской губ., имѣющихъ промышленное значеніе. Кромѣ фосфоритовъ въ нихъ находится горючій сланецъ въ Прибалтійскомъ краѣ, да нѣкоторые строительные матеріалы, преимущественно известковая плита, разрабатываемая въ окрестностяхъ Петербурга для панелей, лѣстницъ и пр. въ такъ называемыхъ Путиловскихъ, Тосненскихъ и другихъ каменоломняхъ.

Освободившись отъ моря въ концѣ силурійскаго періода, Евр. Россія оставалась сушею и въ началѣ слѣдующаго девонскаго періода, когда море омывало только восточныя окраины ея на мѣстѣ нынѣшняго Урала, гдѣ было открытое море, распространявшееся далеко къ востоку включительно съ Алтаемъ и

Тянь-шанемъ. Но въ срединѣ девонскаго періода почти вся Россія покрывается мелководнымъ средиземнымъ моремъ, которое существовало до конца этого періода и занимало площадь около 200 000 кв. верстъ. Въ этомъ морѣ отложилась девонская система пластовъ, имѣющая широкое распространеніе въ Россіи и отличающаяся остатками болѣе высоко развитыхъ организмовъ, чѣмъ силурійская система. Вообще въ девонскомъ періодѣ, хотя также преобладаетъ морская фауна, но высшіе представители ея. Рядомъ съ трилобитами появляются многіе роды молюсковъ и особенно рыбъ, которыя здѣсь впервые получаютъ широкое распространеніе. Выходы девонскихъ пластовъ на поверхности Россіи извѣстны во многихъ мѣстахъ; главное девонское поле находится въ сѣверо-западныхъ губерніяхъ (Лифляндской, Курляндской, Псковской, Витебской, Могилевской, Смоленской, Новгородской и С.-Петербургской), откуда оно продолжается двумя крыльями; одно NO крыло проходитъ въ Олонецкую и Архангельскую губ. и состоитъ преимущественно изъ песчаниковъ, а другое SO крыло простирается по Калужской, Тульской, Рязанской, Орловской, Воронежской и Тамбовской губ. и состоитъ преимущественно изъ известняковъ. Во всей этой площади девонскіе осадки залегаютъ почти горизонтально, какъ и силурійскіе. Не рѣдко съ поверхности известняки измѣнены: размыты или выщелочены, представляютъ неровную поверхность, въ углубленіяхъ которой залегаютъ различной величины гнѣзда бураго желѣзняка. Въ Псковской губ. находятся большія залежи гипса, а въ Новогородской соленыя разсолы въ г. Старая Русса.

Кромѣ того девонскіе пласты обнажаются въ Польшѣ, въ Закавказьѣ, Тиманѣ, Уралѣ и Муголжарскихъ горахъ, гдѣ они, въ противоположность средне-русскимъ, отличаются сильною дислокаціею, участіемъ вулканическихъ породъ, метаморфизаціею и содержатъ большія залежи желѣзныхъ рудъ, напр. знаменитыя Бакальскіе рудники, а въ Тиманѣ имъ подчинены мѣсторожденія доманика и нефти. Съ такимъ же характеромъ они развиты въ Тянь-шанѣ и на Алтаѣ, гдѣ имъ подчинены мѣсторожденія серебро-свинцовыхъ рудъ, напр. Никольскій, Гериховскій и Салаирскій рудники. Повидимому девонскіе осадки не менѣе широко развиты и въ Восточной Сибири.

Девонское море къ концу своего существованія постепенно отступало къ востоку и наконецъ смѣнилось каменноугольнымъ, которое совершенно отдѣлилось отъ западно-европейскаго и польскаго бассейна, но за то тѣснѣе соединилось съ восточнымъ и представляло уже не средиземное море, а часть открытаго океана, занимавшаго почти всю Европейскую Россію къ востоку отъ Средне-русской возвышенности. Въ концѣ девонскаго и началѣ каменноугольнаго періода на сѣверѣ и востокѣ Россіи происходили большія вулканическія изверженія, доставившія, особенно въ Олонецкой губ. различныя, вулканическія породы, контактъ которыхъ съ осадочными свидѣтельствуетъ о высокой температурѣ, сопровождавшей изліяніе ихъ.

Каменноугольный періодъ жизни земли отличается отъ предыдущихъ мощнымъ развитіемъ материковой растительности, скопленія которой послужили матеріаломъ для образованія огромныхъ толщъ каменнаго угля, отъ чего система получила свое названіе. Каменноугольная флора хотя и отличается мощностью, но довольно однообразна; она характеризуется развитіемъ сосудисто-тайнобрачныхъ растеній, немногими представителями цикадовыхъ и хвойныхъ и полнымъ отсутствіемъ лиственныхъ деревьевъ съ яркими цвѣтами, вслѣдствіе чего каменноугольный ландшафтъ имѣлъ мрачный характеръ. Вмѣстѣ съ материковою растительностью появилось много насѣкомыхъ, амфибій и стегоцефаловъ, на подобіе змѣй, крокодиловъ и лягушекъ, являющихся высшими представителями каменноугольныхъ организмовъ. Морская фауна также значительно развилась.

Въ составъ каменноугольной системы входятъ, кромѣ каменнаго угля,

известняки, песчаники и глины. Тотъ отдѣлъ ея, который богатъ каменнымъ углемъ, называется продуктивнымъ. Въ зависимости отъ условій образованія продуктивныхъ осадковъ, залежи каменнаго угля раздѣляются на паралическія и лимническія; первыя образовались вблизи морскихъ береговъ, гдѣ вслѣдствіе колебаній уровня моря, материковыя отложенія перемежаются съ морскими известняками, напр. въ Донецкомъ бассейнѣ, Сѣв. Америкѣ и пр.; вторыя же произошли въ замкнутыхъ материковыхъ бассейнахъ, напр. на Алтаѣ, въ Богеміи, Тюрингіи, Саарбрюкенѣ и пр.

Въ Европейской Россіи каменноугольная система занимаетъ обширное пространство и заключаетъ нѣсколько угленосныхъ бассейновъ, имѣющихъ важное промышленное значеніе, а именно Польскій на западѣ, Донецкій на югѣ, Подмосковный въ Средней Россіи и Уральскій на востокѣ. Изъ нихъ только Польскій, составляющій продолженіе Силезскаго, имѣетъ сходство съ западно-европейскими; а остальные какъ по составу, такъ и по горизонту залеганія каменнаго угля рѣзко отличаются отъ западно-европейскихъ.

Подмосковный бассейнъ представляетъ главное поле каменноугольныхъ отложеній, занимающее центральныя губерніи (Новгородскую, Тверскую, Московскую, Смоленскую, Калужскую, Тульскую, Рязанскую и Владимірскую) и отдѣляющее сѣверное крыло въ Олонецкую и Архангельскую губ.; къ востоку бассейнъ этотъ, прикрываясь болѣе новыми осадками, тянется до Урала. Западная и юго-западная окраины его, слагая вмѣстѣ съ девонскими осадками сѣверную часть Средне-русской возвышенности, значительно приподняты и заключаютъ пласты каменнаго угля; къ востоку они понижаются и уже подъ Москвой залегаютъ на глубинѣ около 1000 ф., а вмѣстѣ съ тѣмъ залежи угля почти выклиниваются. Съ приближеніемъ къ Тиману и Уралу каменноугольныя отложенія снова выходятъ на поверхность, но б. ч. безъ угля. Изслѣдованія этого бассейна показали, что въ началѣ каменноугольное море было мелкое и въ прибрежной полосѣ отлагало угленосные осадки, представляющіе слѣдовательно паралическія образованія; затѣмъ оно постепенно углублялось и отлагало только различные известняки, которые прикрыли угленосную толщу, залегающую въ самомъ нижнемъ горизонтѣ каменноугольной системы; по качеству подмосковный уголь мѣстами приближается къ плохимъ бурымъ углямъ, а мѣстами къ лучшимъ бохгетамъ. Наиболѣе крупныя разработки его происходятъ въ Товарковѣ, Малевкѣ, Мураевнѣ, Чулковѣ и пр.

На Уралѣ, особенно на западномъ склонѣ его, каменноугольныя отложенія имѣютъ почти тотъ же составъ, что и въ Подмосковномъ бассейнѣ, но только подверглись дислокаціи и метаморфизаціи до такой степени, что мѣстами на восточномъ склонѣ уголь превратился въ графитистую разновидность. На западномъ склонѣ извѣстны слѣдующія мѣсторожденія его: Луньевское, Губахинское, Вашкурское и др. На восточномъ склонѣ: Егоршинское и Каменское. Въ каменноугольный періодъ Уралъ началъ уже формироваться и представлялъ рядъ острововъ, покрытыхъ своеобразною растительностью, скопленіе которой послужило для образованія уральскаго каменнаго угля.

Донецкій бассейнъ отличается отъ Подмосковнаго, какъ сложностью состава, сильною дислокаціею, такъ и горизонтомъ залеганія каменныхъ углей и качествомъ ихъ, но зато имѣетъ большое сходство съ угленосными отложеніями Сѣв. Америки. Донецкій бассейнъ представляетъ лишь юго-западный заливъ обширнаго каменноугольнаго моря Россіи, въ которомъ морскіе известняки перемежаются съ прибрежно-материковыми песчаниками и сланцами, содержащими пласты каменнаго угля преимущественно въ среднемъ и верхнемъ горизонтахъ, а не въ нижнемъ, какъ въ Подмосковномъ бассейнѣ. Вслѣдствіе сильной дислокаціи: куполообразныхъ складокъ и сбросовъ, каменный уголь во многихъ мѣстахъ превратился въ антрацитъ. Въ настоящее время этотъ обширный бассейнъ имѣетъ наибольшее промышленное значеніе

и доставляетъ наибольшее количество угля. Количество рабочихъ пластовъ каменнаго угля въ немъ небольшое по сравненію съ западноевропейскими и мощность ихъ тоже невелика, но за то они имѣютъ широкое распространеніе, такъ что пласты каменнаго угля Донецкаго бассейна хотя уступаютъ заграничнымъ въ числѣ и мощности, но превосходятъ въ горизонтальномъ протяженіи. Въ немъ находится множество рудниковъ и заводовъ, такъ какъ кромѣ залежей каменнаго угля въ тѣхъ же отложеніяхъ Донецкаго бассейна находятся мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ въ видѣ многочисленныхъ гнѣздъ, ртути у Никитовки, единственной въ Россіи и небольшія жилы золотоноснаго кварца, серебряныхъ и цинково-свинцовыхъ рудъ въ такъ называемомъ Нагольномъ кряжѣ у дер. Нагольчикъ.

Что касается Азіатской Россіи, то хотя каменноугольная система имѣетъ тамъ большое развитіе, но проявляется преимущественно такъ называемыми горными известняками морского происхожденія; только на Алтаѣ въ богатомъ и обширномъ Кузнецкомъ бассейнѣ имѣется верхній продуктивный ярусъ съ мощными залежами прекраснаго каменнаго угля, повидимому, лимническаго характера. Въ Туркестанѣ въ горныхъ известнякахъ Каратау и Чоткала встрѣчаются многочисленныя жилы свинцово-серебряныхъ и мѣдныхъ рудъ, но до сихъ поръ не развѣданныя и почти не разрабатываемыя.

Къ концу своего существованія каменноугольное море постепенно сокращалось, отступало къ востоку, но вмѣстѣ съ тѣмъ постепенно обособлялось, вѣроятно вслѣдствіе поднятія Урала, который, все болѣе и болѣе увеличиваясь, совершенно отдѣлилъ это море настолько, что въ слѣдующій пермскій періодъ оно представляло замкнутый средиземный бассейнъ. Само собой разумѣется, что это совершилось не вдругъ, а медленно и постепенно, такъ что нижніе горизонты пермской системы пластовъ тѣсно сливаются съ каменноугольными и составляютъ особую группу переходныхъ образованій, характеризующихся смѣшанною пермско-каменноугольною фауною, которая затѣмъ замѣнилась чисто пермскою фауною.

Пермскій періодъ заканчиваетъ собою древній періодъ жизни земли или такъ называемую палеозойскую эру и стоитъ на рубежѣ съ мезозойской, а потому неудивительно, что въ наслоеніи его съ одной стороны замѣчается обѣднѣніе палеозойскихъ организмовъ, а съ другой появленіе мезозойскихъ, особенно во флорѣ; многія каменноугольныя растенія сокращаются или даже исчезаютъ, напр. плауновыя, папоротники, но зато появляются нѣкоторыя мезозойскія, именно тріасовыя формы. Фауна хотя сокращается въ количествѣ сравнительно съ каменноугольнымъ періодомъ, но зато развиваются пресмыкающіяся высшаго порядка, которыя въ каменноугольный періодъ только показались, а въ пермскомъ достигли широкаго распространенія.

Пермская система, подобно каменноугольной, проявляется въ Европейской Россіи совершенно иначе, чѣмъ въ Западной Европѣ. У насъ за каменноугольными отложеніями открытаго моря слѣдуютъ непосредственно также морскіе, пермско-каменноугольные и пермскіе осадки, состоящіе изъ доломитовъ, известняковъ, гипса и каменной соли, которые въ верхнихъ горизонтахъ переходятъ въ рухляки, глины и песчаники континентальнаго типа; эти послѣднія породы, окрашенныя закисью и окисью желѣза въ различные цвѣта, извѣстны подъ именемъ **пестроцвѣтной группы** породъ; широкое развитіе ихъ въ восточныхъ губерніяхъ доказываетъ, что къ концу пермскаго періода море настолько сократилось и обмелѣло, что превратилось въ прѣсноводные бассейны, весьма бѣдные или даже лишенные организмовъ. Въ Западной Европѣ въ то же время происходило совершенно другое; тамъ напротивъ континентальныя отложенія продуктивнаго отдѣла каменноугольной системы смѣнились такими же континентальными пермскими песчаниками, извѣстными подъ именемъ **мертваго краснаго лежня** или просто крас-

наго лежня, который постепенно смѣнялся морскими осадками изъ доломитовъ, известняковъ, гипса и каменной соли, называемыхъ цехштейномъ. Слѣдовательно въ то время, какъ въ Россіи каменноугольное море расширялось и углублялось, въ Западной Европѣ, наоборотъ, оно почти исчезло, тогда какъ къ концу пермскаго періода, когда у насъ наступилъ континентальный періодъ и море сократилось, въ Западной Европѣ оно расширилось и углубилось. Въ связи съ такими крупными перемѣщеніями моря въ теченіе пермскаго періода происходили крупныя движенія въ корѣ земной, выразившіяся интенсивною дислокаціею и напряженными вулканическими изверженіями. Дислокація обусловила окончательное сформированіе Урала, какъ горнаго кряжа, а изверженія доставили многочисленныя жилы, штоки и покровы діабазовъ, порфировъ, порфиритовъ, мелафировъ и другихъ вулканическихъ породъ, столь распространенныхъ на Уралѣ.

Пермскія отложенія занимаютъ обширное пространство въ сѣверныхъ и особенно въ восточныхъ губерніяхъ (Вологодская, Пермская, Вятская, Оренбургская, Нижегородская и др.). Въ нижнихъ горизонтахъ находятся соляные разсолы, добываемые въ Тотьмѣ, Соликамскѣ и др.; также коренныя залежи каменной соли въ Илецкой Защитѣ Оренбургской губерніи. Въ верхнихъ песчаникахъ встрѣчаются мѣсторожденія мѣдныхъ рудъ, напримѣръ въ Южномъ Уралѣ и въ Киргизскихъ степяхъ; кромѣ того пермскіе осадки богаты гипсомъ и небольшими включеніями самородной сѣры и асфальта. Сергіевскія сѣрныя воды минерализуются въ пермскихъ осадкахъ.

Кромѣ восточныхъ губ., главной площади развитія пермскихъ осадковъ, они извѣстны еще въ небольшомъ развитіи по р. Виндавѣ Курляндской губ., въ Польшѣ, гдѣ они, подобно каменноугольнымъ, имѣютъ западно-европейскій характеръ, въ горѣ Чапчачи Астраханской губ., въ Тиманѣ и Донецкомъ бассейнѣ, гдѣ имъ подчинены огромные залежи гипса и каменной соли, разработки которой въ Славянскомъ и Бахмутскомъ уѣздахъ достигли огромныхъ размѣровъ; тамъ же въ верхнихъ красноватыхъ глинахъ и песчаникахъ попадаются небольшія скопленія мѣдныхъ рудъ. Въ Азіатской Россіи до сихъ поръ извѣстны только переходныя пермо-карбоновыя отложенія въ Туркестанѣ.

Какъ уже сказано выше, къ концу пермскаго періода, когда сформировался Уралъ, Европейская Россія совершенно освободилась отъ моря и представляла сушу; въ такомъ видѣ она вступила въ тріасовый періодъ мезозойской эры, который характеризуется уже значительнымъ развитіемъ органической жизни. Изъ растеній начинаютъ преобладать саговыя и хвойныя деревья, а среди животныхъ не только увеличиваются морскія, но и материковыя, между которыми впервые появляются млекопитающія изъ отдѣла сумчатыхъ.

Такъ какъ въ тріасовый періодъ Европейская Россія представляла почти сплошную сушу, которая только на юго-востокѣ покрывалась небольшимъ заливомъ южно-тріасоваго моря, да на западѣ въ Польшѣ, то очевидно тріасовые осадки имѣютъ ничтожное распространеніе въ Россіи. Первый заливъ существовалъ только въ началѣ тріасоваго періода и оставилъ осадки въ Астраханской губ. въ горѣ Богдо у озера Баскунчака, гдѣ на гипсахъ и красныхъ рухлякахъ залегаютъ песчаники, переходящіе въ конгломераты, прикрытые мергелемъ; уже къ срединѣ тріасоваго періода заливъ этотъ исчезъ. Второй польскій заливъ представлялъ окраину тріасоваго германскаго моря, а потому отложенія его аналогичны съ германскими и представляютъ всѣ отдѣлы тріаса, при чемъ въ среднемъ отдѣлѣ, называемомъ раковиннымъ известнякомъ находятся богатыя залежи цинковыхъ, свинцовыхъ и желѣзныхъ рудъ около Олькушъ, а въ верхнемъ попадается бурый уголь и желѣзныя руды.

Въ Сибири напротивъ тріасовыя отложенія, представляющія арктическо-тихоокеанскій типъ, занимаютъ обширное пространство по Оленеку, у Верхоянска, Удскаго острога, у Владивостока въ Уссурійскомъ краѣ. Тогда какъ на Кавказѣ они принадлежатъ къ индійскому типу и встрѣчаются у Джульфы на Араксѣ.

Какъ уже сказано выше, поверхность Евр. Россіи представляла сушу въ теченіе всего тріасоваго періода; въ такомъ же видѣ она сохранилась и въ началѣ слѣдующаго юрскаго періода, когда она омывалась моремъ только на южныхъ (Кавказъ, Донецкій бассейнъ) и западныхъ окраинахъ (Привислинскій край). Только въ срединѣ юрскаго періода море начинаетъ снова надвигаться сначала въ видѣ узкой полосы на югѣ Россіи, простиравшейся отъ Польши до Мангышлака, а затѣмъ, подвигаясь съ запада и сѣвера, покрыло большую часть Евр. Россіи, оставивъ сушу только въ сѣверо-западныхъ губ. съ Финляндіею, въ Пріуральѣ, да острова въ Тиманѣ и около Воронежа; на югѣ граница ея совпадала, повидимому, съ южно-русскою гранитною грядою, которая отдѣляла его отъ крымскаго моря. Достигнувъ наибольшихъ размѣровъ, море это стало убывать и къ концу юрскаго періода оно значительно сократилось и въ такомъ видѣ перешло въ мѣловой періодъ. Съ этими перемѣщеніями, повидимому, находится въ связи и возникновеніе Кавказскаго кряжа, который началъ проявляться только въ юрскомъ иеріодѣ, т. е. когда Уралъ уже былъ почти совершенно сформированъ. Вообще физическія измѣненія въ юрскомъ періодѣ характеризуются спокойными и обширными трансгрессіями моря, тогда какъ дислокація проявлялась слабо, а вулканическія изверженія, успокоившіеся уже въ тріасовомъ періодѣ, здѣсь почти совершенно прекратились. Но за то органическая жизнь получила широкое развитіе, какъ материковая, такъ и морская, при чемъ она впервые обнаруживаетъ признаки климатическихъ поясовъ. Во флорѣ преобладаютъ саговыя пальмы, хвойныя, на подобіе араукарій и даже нѣкоторые представители скрытосѣмянныхъ цвѣтковыхъ, близкихъ къ австралійскому пандапусу. Въ фаунѣ пресмыкающіеся достигаютъ такого развитія, какого они не имѣютъ въ настоящее время; между ними замѣчательны ихтіозавры, плезіозавры и птеродактили или летающія ящеры. Но самое важное обогащеніе животнаго міра въ юрскомъ періодѣ составляетъ появленіе настоящихъ птицъ. Млекопитающія, подобные тріасовымъ, принадлежатъ къ маленькимъ сумчатымъ формамъ. Въ Евр. Россіи юрскія отложенія проявляются глинами, песками, мергелями и известняками въ Московской, Владимірской, Рязанской, Вятской, Оренбургской и др. губ., но гораздо полнѣе въ Донецкомъ бассейнѣ и Привислянскомъ краѣ, гдѣ въ сѣрыхъ глинахъ во многихъ мѣстахъ находятся скопленія желѣзныхъ рудъ въ видѣ глинистыхъ сферосидеритовъ. Вообще гнѣздовыя мѣсторожденія желѣзныхъ рудъ среди юрскихъ осадковъ попадаются часто. Въ Крыму и на Кавказѣ юрскія отложенія отличаются большою мощностью, разнообразіемъ и сходствомъ съ западно-европейскими. Въ нижнихъ отдѣлахъ ихъ встрѣчаются залежи бураго угля, напр. въ Тквибули на южномъ склонѣ и въ Хумарѣ, по Кубани на сѣверномъ склонѣ Кавказа; то же на Мангышлакѣ и близъ Карабугаза. Въ Туркестанѣ, по восточному склону Урала и въ Сибири развиты преимущественно континентальныя отложенія съ залежами бурыхъ углей, изъ которыхъ многія отличаются большимъ богатствомъ, напр. Кульджинскій и Ферганскій бассейны, гдѣ вмѣстѣ съ бурымъ углемъ находятся скопленія бураго желѣзняка.

Къ началу мѣлового періода море, хотя сократилось, но сохранило еще меридіанальное простираніе вдоль западнаго склона Урала; во второй же половинѣ оно изъ меридіанальнаго превратилось въ широтное и покрывало всю южную часть Европ. Россіи до 55^0 с. ш.; вообще въ это время, транс-

грессія моря достигла наибольшихъ размѣровъ, тогда какъ въ началѣ мѣлового періода мѣстами проявлялась сильная дислокація, значительно увеличившая Кавказъ, Карпаты и Альпы и кое-гдѣ, хотя и весьма слабо, обнаружились вулканическія изверженія; повидимому, къ этому времени относится образованіе базальтовъ въ Волынской губ. Климатическіе пояса обозначались въ мѣловомъ періодѣ гораздо рѣзче, чѣмъ въ юрскомъ, что сказалось на разнообразіи фауны и особенно флоры, которая получила значительное развитіе; здѣсь впервые появляются двудольныя цвѣтковыя растенія съ такой же роскошной листвой и цвѣтами, какъ и современныя. Стратиграфическія условія мѣловыхъ осадковъ Россіи почти такія же, какъ и юрскихъ, съ которыми они пластуются большею частью вполнѣ согласно. Мѣловыя осадки въ Евр. Россіи проявляются песками, песчаниками, глинами, мергелями и бѣлымъ пишущимъ мѣломъ; они залегаютъ почти горизонтально и по своей фаунѣ принадлежатъ къ сѣверному типу. Пески занимаютъ сѣверную окраину мѣловыхъ отложеній, особенно въ губ.: Тамбовской, Рязанской, Орловской, Курской и Черниговской, представляютъ осадки прибрежные и содержатъ въ верхнихъ слояхъ залежи фосфоритовъ, въ нижнихъ же твердые жерновые песчаники. Фосфориты представляютъ конкрецію фосфорнокислой извести въ смѣси съ углекислой, цементирующей песокъ. Далѣе къ югу пески скрываются подъ бѣлымъ мѣломъ и мергелемъ, который, начинаясь тонкимъ слоемъ, достигаютъ 200 ф. мощности даже въ южной части Курской губ. Мѣлъ образуетъ часто живописные берега многихъ нашихъ рѣкъ, напр. по Волгѣ, Дону, Донцу, Деснѣ и Нѣману; мѣстами онъ содержитъ многочисленныя скопленія кремня, нѣкогда разработывавшіяся у Кременца и Вишневца, и трепела въ Симбирской и Курской губ.

Кромѣ того мѣловыя отложенія развиты въ Крыму, на Кавказѣ и Туркестанѣ, гдѣ они представляютъ южный типъ и обнаруживаютъ значительныя нарушенія. Въ Крыму имъ подчинены скопленія сукновальной глины, а въ Ферганѣ залежи нефти и асфальта, но до сихъ поръ почти неразвѣданныя.

Къ концу мѣлового періода, заканчивающаго собою мезозойскую эру, море значительно сократилось повсюду, а въ томъ числѣ и въ Евр. Россіи, гдѣ оно, повидимому, совсѣмъ исчезаетъ. Съ развитіемъ континентальности происходитъ сильная дислокація, формированіе самыхъ большихъ горныхъ кряжей, въ томъ числѣ Кавказа и Альпъ и возникновеніе громадныхъ вулканическихъ изверженій; словомъ спокойныя трансгрессіи мезозойской эры смѣняются напряженными изверженіями и дислокаціею, т. е. тектоническими процессами.

Въ теченіе слѣдующаго третичнаго періода море претерпѣвало разнообразныя измѣненія; даже въ предѣлахъ Россіи оно то расширялось и соединялось съ открытымъ океаномъ, то сокращалось и обособлялось, то разбивалось на отдѣльные замкнутые бассейны. Рядомъ съ этимъ климатъ также постепенно измѣнялся; съ начала третичнаго періода онъ почти не отличался отъ мѣлового, но затѣмъ становился болѣе разнообразнымъ и холоднымъ, а въ концѣ почти не отличался отъ современнаго, только на крайнемъ сѣверѣ онъ былъ гораздо теплѣе современнаго.

Въ связи съ такими сложными процессами органическая жизнь также разнообразилась и совершенствовалась. Въ третичный періодъ появились не только многія высоко-развитыя формы млекопитающихъ, но и многія, виды, тождественные современнымъ; сначала ихъ было только до 5%, а въ концѣ третичнаго періода до 90%, т. е. составъ фауны и флоры былъ почти тотъ же, что и теперь, за исключеніемъ только нѣкоторыхъ высшихъ млекопитающихъ и человѣка.

Въ Евр. Россіи третичныя отложенія развиты преимущественно на югѣ, въ бассейнахъ Днѣпра, Донца, Волги, откуда они протягиваются въ Крымъ,

на Кавказъ и на востокъ за Уралъ, гдѣ они съ одной стороны поднимаются далеко на сѣверъ, а съ другой на югъ въ Закаспійскую область и Туркестанъ. Нижній отдѣлъ ихъ или такъ называемый палеогеновый проявляется преимущественно песчаниками и песками, содержащими янтарь и залежи бураго угля, напр. въ Кіевской губ., на восточномъ склонѣ Урала они проявляются песками и глинами со включеніемъ сферосидеритовъ; въ Крыму, на Кавказѣ и Туркестанѣ въ нихъ преобладаютъ известняки, состоящіе изъ раковинъ нумулитовъ, почему и назыв. нумулитовыми известняками, свидѣтельствующими объ образованіи ихъ въ открытомъ морѣ, тогда какъ южно-русскіе пески указываютъ на прибрежный характеръ. Верхній отдѣлъ, называемый неогеновымъ, состоитъ изъ песковъ, глинъ и известняковъ, которые разнообразно перемежаются въ зависимости отъ тѣхъ частныхъ перемѣщеній водныхъ бассейновъ, которыми характеризуется неогеновая эпоха.

Какъ выше уже сказано, что въ концѣ мѣлового періода поверхность южной Россіи осушилась и оставалась таковою въ началѣ третичнаго періода; море было только въ области Кавказа, но затѣмъ оно стало надвигаться и углубляться, повидимому, изъ с. Германіи; по мѣрѣ увеличенія его на сѣверѣ, оно уменьшалось и мелѣло на югѣ до наступленія неогеновой эпохи, когда оно снова распространилось широко на югѣ Россіи въ Подоліи, Волыни, Бессарабіи, по Днѣпру, въ Крыму, на Кавказѣ и далеко на востокъ до Туркестана включительно; сначала оно тѣсно соединялось съ западнымъ Средиземнымъ моремъ и открытымъ океаномъ, но затѣмъ превратилось въ громадный замкнутый бассейнъ, простиравшійся отъ Вѣны черезъ южную Россію до Арала и названный Сарматскимъ. Онъ отличался незначительною соленостью и смѣшанною фауною изъ морскихъ и прѣсноводныхъ формъ; по своему характеру онъ походилъ на современное Черное море. Постепенно сокращаясь Сарматскій бассейнъ распался на нѣсколько меньшихъ, названныхъ Мэотическими, которые, снова расширяясь, образовали опять большой Понтическій бассейнъ, а этотъ послѣдній, постепенно видоизмѣняясь переходитъ въ современные, каковы Черное, Мраморное, Каспійское и др. моря. Всѣ эти бассейны отложили различные осадки: пески, глины, известняки, среди которыхъ мѣстами встрѣчаются большія залежи бурыхъ желѣзняковъ, напримѣръ, на Керченскомъ полуостровѣ, а также громадныя скопленія нефти на Апшеронскомъ полуостровѣ у г. Баку, на сѣверномъ склонѣ Кавказѣ у Грознаго, меньше на Таманскомъ полуостровѣ и въ Закаспійскомъ краѣ. Нѣкоторыя изъ этихъ мѣсторожденій имѣютъ первенствующее значеніе въ русской промышленности и первое мѣсто занимаютъ бакинскіе нефтяные промыслы. Наконецъ, въ тѣхъ же третичныхъ отложеніяхъ находятся большія залежи каменной соли, напримѣръ, въ Кульнахъ на Кавказѣ, въ Наурузѣ, Акъ-Чеку и др. въ Туркестанѣ; послѣднія, впрочемъ, мало разрабатываются сравнительно съ кульнинскимъ.

Третичный періодъ постепенно переходитъ въ послѣтретичный, который сливается съ современнымъ. Уже въ концѣ третичнаго періода наблюдается замѣтное охлажденіе климата, которое достигаетъ значительной степени въ началѣ послѣтретичнаго періода, когда большая часть Европейской Россіи покрывается сплошнымъ и мощнымъ ледниковымъ покровомъ, на подобіе современнаго гренландскаго покрова. Развитіе этого ледяного покрова, съ одной стороны, а съ другой — появленіе нѣкоторыхъ высшихъ млекопитающихъ и особенно человѣка, составляетъ самую важную особенность послѣтретичнаго періода. Ледяной покровъ, спускавшійся съ сѣвера, оставилъ на поверхности Россіи мощныя толщи наносовъ изъ рыхлыхъ песковъ, глинъ и большихъ камней или валуновъ, извѣстныхъ подъ именемъ ледниковыхъ. Наносы эти даютъ возможность опредѣлить южную границу ледниковаго покрова, который, въ зависимости отъ орографіи доходилъ до 49^0 с. ш., напримѣръ, у ст.

Усть-Медвѣдицкой на Дону и даже до 47° с. ш. у Кременчуга. Спускаясь съ хребта Кёлена въ Скандинавіи на юго-востокъ, онъ подобно современнымъ ледникамъ, съ одной стороны переносилъ на себѣ каменныя глыбы сѣверныхъ породъ или валуны далеко къ югу, а съ другой — сглаживалъ, шлифовалъ и производилъ борозды въ подлежащихъ породахъ, по направленію которыхъ опредѣляется направленіе движенія льда. Сколько времени существовалъ этотъ покровъ — неизвѣстно, но при отступленіи его рыхлые наносы или моренныя накопленія покрыли поверхность Россіи и значительно сгладили ее. Очень можетъ быть, что вѣтры, развѣвая оголенную поверхность ледниковыхъ наносовъ и поднимая тучи пыли, отложили ее въ видѣ тонкаго суглинистаго осадка, называемаго лёссъ, который покрываетъ южно-русскія степи за предѣлами ледниковаго наноса.

Само собой разумѣется, что ледниковый покровъ и масса влаги должны были значительно измѣнить очертанія нашихъ бассейновъ, и дѣйствительно, Ледовитый океанъ спускался далеко къ югу широкимъ заливомъ на мѣстѣ нынѣшней с. Двины; Бѣлое море соединялось съ Балтійскимъ, а Черное и Азовское моря — съ Каспійскимъ. Въ эту суровую эпоху жили громадныя млекопитающія: мамонты, сибирскіе носороги, эласмотеріи, исполинскіе олени, быки и другія животныя; наконецъ, современникомъ ихъ былъ человѣкъ, который, конечно, въ этомъ періодѣ находился на низкой ступени культурнаго развитія. Не умѣя вырабатывать металлы, онъ приготовлялъ свои орудія и оружія изъ камня, кости, рога и дерева (см. выше стр. 7). Съ измѣненіемъ климата, когда ледникъ растаялъ, образовалось множество озеръ, изъ которыхъ сформировались рѣки Россіи; полярная фауна продвинулась къ сѣверу, а бассейны постепенно сокращались до современныхъ предѣловъ; но разумѣется, при этомъ происходили еще разнообразныя второстепенныя измѣненія, тѣмъ болѣе, что ледяной покровъ исчезъ не вдругъ, а періоды отступанія его смѣнялись періодами увеличенія. Озера и рѣки Россіи, бывшія въ то время многоводными, производили сильный размывъ и отложенія, среди которыхъ встрѣчаются такія, которыя имѣютъ важное промышленное значеніе, напримѣръ, золотоносныя розсыпи Урала и Сибири, образовавшіяся частью отъ размыва и переноса золотоносныхъ жильныхъ мѣсторожденій, а частью вслѣдствіе разрушенія ихъ на мѣстѣ первоначальнаго залеганія. На Кавказѣ, Туркестанѣ и въ Сибири ледниковый періодъ выразился только увеличеніемъ современныхъ ледниковъ, которыя оставили огромныя скопленія древнихъ моренъ, мѣстами также золотоносныхъ.

Въ Средней Азіи съ того времени образовались мощные эоловые осадки, особенно плодородный лёссъ и пустынный летучій песокъ, которые рѣзко отличаютъ внутреннія континентальныя области отъ периферическихъ.

Въ заключеніе нашего очерка замѣтимъ, что несмотря на его краткость онъ все таки показываетъ, какія разнообразныя и крупныя измѣненія претерпѣла Россія въ теченіе своей долгой геологической жизни, пока не получила современный обликъ; измѣненія эти, однако, не закончились; всѣ тѣ факторы, которые ихъ производили, существуютъ и дѣйствуютъ понынѣ, а потому переживаемая нами эпоха точно также измѣнится и оставитъ различные слѣды, по которымъ впослѣдствіи ее реставрируетъ будущій изслѣдователь.

Металлургія.



389. **Выплавка мѣди.**
Фреска художника Клейнъ-Шевалье въ залѣ засѣданій Главнаго Горнаго Управленія въ Галлэ. Пруссія.

Введеніе.

Общія основанія металлургіи.

Подъ именемъ металлургіи подразумѣвается отдѣлъ горнозаводскихъ наукъ, занимающійся описаніемъ способовъ технической обработки рудъ съ цѣлью извлеченія изъ нихъ содержащагося въ нихъ металла.

Заводы, на которыхъ проплавляются руды и получается металлъ называются металлургическими заводами, въ отличіе отъ заводовъ механическихъ, занимающихся переработкою готоваго металла въ различныя издѣлія необходимыя для техническихъ цѣлей и для домашняго обихода.

Такое разграниченіе заводовъ металлургическихъ и механическихъ проводится очень рѣзко при выплавкѣ серебра, свинца, мѣди, цинка и другихъ металловъ, которые поступаютъ въ продажу въ видѣ слитковъ и брусковъ и идутъ на приготовленіе различныхъ издѣлій уже на другіе заводы. Тѣ же заводы, гдѣ выплавляютъ чугунъ и готовятъ изъ него ковкое желѣзо, включаютъ обыкновенно въ кругъ своей дѣятельности механическую обработку полученнаго продукта съ цѣлью приготовленія изъ него рельсъ, полосового, сортового, листового, кровельнаго, котельнаго и другихъ сортовъ желѣза, находящихъ себѣ непосредственное примѣненіе въ техникѣ. Въ этомъ смыслѣ всю металлургію раздѣляютъ на:

а) металлургію желѣза, подъ которою понимается изложеніе способовъ выплавки чугуна изъ рудъ, передѣлъ его въ ковкое и литое желѣзо и сталь, а равно прокатка, проковка желѣза для полученія изъ него указанныхъ выше сортовъ желѣза и отливку различныхъ издѣлій изъ чугуна и

b) металлургію другихъ металловъ кромѣ желѣза, занимающуюся исключительно описаніемъ способа выплавки этихъ металловъ изъ ихъ рудъ, не касаясь дальнѣйшей обработки полученнаго продукта.

Въ настоящей книгѣ область металлургіи желѣза ограничивается исключительно выплавкою чугуна, передѣломъ его въ желѣзо и полученіемъ изъ этого послѣдняго различныхъ сортовъ продажнаго желѣза. Обработка же полученнаго желѣза подъ молотами и на токарныхъ станкахъ разсматривается вмѣстѣ съ обработкою другихъ металловъ въ слѣдующемъ томѣ настоящаго изданія.

Изложенію обоихъ названныхъ отдѣловъ спеціальной металлургіи предшествуетъ *краткое изложеніе основныхъ металлургическихъ процессовъ*, приборовъ (печей), въ которыхъ они ведутся, изложеніе свойствъ различныхъ сортовъ горючаго, способовъ приготовленія огнеупорныхъ матеріаловъ для постройки печей и нѣкоторые другіе отдѣлы общей металлургіи, изложеніе которыхъ полезно помѣстить въ началѣ книги, какъ для избѣжанія излишнихъ повтореній въ спеціальной части, такъ и для лучшаго уясненія отдѣльныхъ ея деталей.

Полученіе теплоты.

Горѣніе. Соединеніе тѣлъ съ кислородомъ называютъ окисленіемъ, соединившееся съ кислородомъ тѣло — окисленнымъ, а всякое кислородное соединеніе — окисью. Нѣкоторыя тѣла, какъ напримѣръ, марганецъ, желѣзо, углеродъ, могутъ соединяться съ кислородомъ въ разныхъ пропорціяхъ. Такія соединенія тѣла съ кислородомъ въ различной пропорціи называются различными степенями окисленія даннаго тѣла.

При соединеніи почти всякаго вещества съ кислородомъ выдѣляется теплота. Если выдѣленіе теплоты настолько значительно, что тѣло раскаляется, то мы имѣемъ дѣло съ горѣніемъ тѣла въ кислородѣ. Горѣніе ни въ коемъ случаѣ не есть уничтоженіе матеріи, какъ часто думаютъ профаны: напротивъ, тѣло, сгарая, увеличивается въ вѣсѣ ровно на столько, какъ великъ вѣсъ соединившагося съ нимъ кислорода. Если увеличеніе вѣса тѣла *при сгораніи его въ кислородѣ и не очевидно* въ обыденныхъ случаяхъ горѣнія, напримѣръ, при горѣніи масла въ лампахъ, дерева въ печи, при куреніи сигары, — то это зависитъ только отъ того, что продукты горѣнія газообразны и мало отличаются отъ атмосфернаго воздуха. Примѣняя особые приборы для улавливанья газообразныхъ продуктовъ горѣнія обыкновенныхъ горючихъ матеріаловъ, легко доказать, что вѣсъ продуктовъ горѣнія равенъ вѣсу горючаго матеріала, сложенному съ вѣсомъ исчезнувшаго при этомъ изъ воздуха кислорода.

Для того, чтобы тѣло химически соединилось съ кислородомъ при выдѣленіи тепла и свѣта, т. е. горѣло въ немъ, оно должно быть, вообще говоря, нагрѣто до нѣкоторой опредѣленной температуры называемой температурою воспламененія тѣла. Температура воспламененія различна для различныхъ тѣлъ; точно также различна для разныхъ тѣлъ и та температура, которая развивается при горѣніи, температура горѣнія.

Если мы скажемъ: горѣніе есть окисленіе съ выдѣленіемъ свѣта и теплоты, то это будетъ относиться только до горѣнія тѣлъ въ кислородѣ; въ болѣе же обширномъ смыслѣ горѣніе есть всякое соединеніе двухъ тѣлъ съ выдѣленіемъ тепла и свѣта. Другими словами, кислородъ обладаетъ преимущественно, но не исключительно, способностью соединяться съ другими тѣлами съ выдѣленіемъ свѣта и теплоты. Не всякое окисленіе является горѣніемъ. Соединеніе тѣлъ съ кислородомъ не всегда происходитъ съ выдѣленіемъ пламени; *одно и то же тѣло можетъ вступать съ нимъ въ соединеніе то съ* выдѣленіемъ пламени, то безъ него. Такъ, напримѣръ, желѣзо соединяется

съ кислородомъ уже при обыкновенной температурѣ безъ замѣтнаго выдѣленія свѣта и теплоты, образуя такъ называемую ржавчину и, будучи нагрѣто въ атмосферѣ чистаго кислорода, горитъ въ немъ ослѣпительнымъ пламенемъ съ выдѣленіемъ массы искръ.

Изъ различныхъ способовъ полученія теплоты въ металлургіи примѣняется въ большомъ размѣрѣ только горѣніе тѣлъ въ кислородѣ, какъ способъ наиболѣе экономичный. Горючимъ матеріаломъ служатъ при этомъ различныя соединенія углерода, пользующіяся большимъ распространеніемъ въ природѣ и лишь въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ теплота развивается за счетъ горѣнія кремнія, фосфора, марганца и другихъ тѣлъ.

Продуктомъ горѣнія *обыкновенныхъ горючихъ матеріаловъ являются* углекислота и вода, т. е. окиси углерода и водорода. Углеродъ соединяясь съ кислородомъ даетъ двѣ степени окисленія: окись углерода и углекислоту; причемъ первая изъ нихъ представляетъ продуктъ неполнаго окисленія и способна, соединяясь съ новымъ количествомъ кислорода переходить въ углекислоту съ выдѣленіемъ новаго количества теплоты.

Процессъ сгоранія углерода въ окись углерода мы называемъ н е п о л н ы м ъ горѣніемъ, тогда какъ сгораніе углерода въ углекислоту называется п о л н ы м ъ горѣніемъ. Въ первомъ случаѣ пользованіе теплотою горючаго матеріала неполное, — газы, получающіеся при горѣніи, содержатъ еще горючія вещества; между тѣмъ какъ въ случаѣ полнаго горѣнія горючій матеріалъ развиваетъ всю возможную теплоту, и газообразные продукты горѣнія уже не содержатъ болѣе веществъ, способныхъ горѣть. Въ большинствѣ случаевъ стараются, конечно, использовать по возможности весь запасъ теплоты, которую можетъ развить горючій матеріалъ, почему и стараются достигнуть возможно полнаго сгоранія углерода. Для этой цѣли ведутъ горѣніе въ присутствіи нѣкотораго, не слишкомъ большого избытка кислорода, стараются тѣсно смѣшать кислородъ воздуха съ горючимъ матеріаломъ, поддерживать температуру топочнаго пространства выше температуры воспламененія горючаго и наконецъ во многихъ случаяхъ нагрѣваютъ какъ самое горючее, такъ и необходимый для горѣнія воздухъ.

Процессъ, обратный окисленію, *называется в о з с т а н о в л е н і е м ъ*. Хотя въ болѣе общемъ смыслѣ подъ именемъ возстановленія понимается выдѣленіе металла изъ его соединеній съ другими элементами: кислородомъ, сѣрою, мышьякомъ и др., но чаще всего подъ возстановленіемъ разумѣютъ тотъ процессъ, при которомъ у какой-нибудь окиси отнимается весь или часть содержащагося въ ней кислорода.

Для возстановленія необходимо израсходовать нѣкоторое количество теплоты, равное тому количеству этой послѣдней, которое выдѣлилось при образованіи данной окиси. Возстановленіе рѣдко происходитъ при обыкновенной температурѣ; въ большинствѣ случаевъ для возстановленія необходимо нагрѣть данную окись до нѣкоторой опредѣленной температуры, при которой сродство возстановителя къ кислороду превышаетъ сродство заключающагося въ ней металла къ этому элементу.

При дѣйствіи высокой температуры нѣкоторыя окиси разлагаются безъ всякихъ возстановителей. Такъ, напримѣръ, окись водорода, вода, при температурѣ въ 1000^0 Ц. начинаетъ распадаться на свои составныя части — водородъ и кислородъ. То же самое относится и къ углекислотѣ, которая начинаетъ разлагаться на окись углерода и свободный кислородъ при температурѣ въ 1200^0 Ц. Такой процессъ разложенія химическаго соединенія на свои составныя части называютъ д и с с о ц і а ц і е й и говорятъ, что тѣло диссоціируетъ при такой-то температурѣ. Само собою понятно, что такія тѣла, кислородныя соединенія которыхъ разлагаются при повышеніи температуры, могутъ служить возстановителями только въ томъ случаѣ, если температура, при которой

происходитъ возстановленіе, лежитъ ниже температуры диссоціаціи получающейся окиси возстановителя. Изъ такихъ тѣлъ наибольшимъ примѣненіемъ пользуются твердый углеродъ и окись углерода.

Самая низкая температура, при которой возможно еще соединеніе углерода съ кислородомъ, лежитъ около 400° Ц.; ниже этой температуры углеродъ не можетъ служить возстановителемъ. Съ повышеніемъ температуры сродство углерода къ кислороду возрастаетъ. Окиси металловъ, на которыя углеродъ не оказываетъ дѣйствія при температурѣ краснаго каленія, отдаютъ свой кислородъ углероду, лишь только температура достигнетъ надлежащей высоты. Для всѣхъ встрѣчающихся въ природѣ окисей углеродъ можетъ служить возстановителемъ (можетъ отнять ихъ кислородъ), лишь бы температура была достаточно высока. Получающаяся при этомъ окись углерода, есть газъ, постоянный при достигнутыхъ до сихъ поръ температурахъ; онъ неспособенъ къ диссоціаціи и вслѣдствіе этого не можетъ дѣйствовать на другія тѣла окисляющимъ образомъ.

При низкихъ температурахъ окись углерода легко принимаетъ кислородъ и образуетъ вмѣстѣ съ нимъ углекислоту; слѣдовательно окись углерода можетъ служить также возстановителемъ. Но такъ какъ углекислота при высокихъ температурахъ непостоянна, то окись углерода можетъ имѣть возстановляющее дѣйствіе только при температурахъ, лежащихъ ниже температуры диссоціаціи углекислоты. При температурахъ, лежащихъ выше этой послѣдней, углекислота служитъ сильнымъ окислителемъ, являясь въ этомъ отношеніи вполнѣ аналогичною съ водянымъ паромъ, который отдаетъ свой кислородъ при температурахъ выше 1200° Ц. Окись углерода, благодаря своему газообразному состоянію легко проникаетъ въ мельчайшія поры возстановляемаго тѣла и служитъ поэтому очень хорошимъ возстановителемъ. Соприкосновеніе же руды съ твердымъ углеродомъ тѣмъ несовершеннѣе, чѣмъ крупнѣе куски этихъ веществъ; и болѣе тѣсное соприкосновеніе наступаетъ лишь тогда, когда съ повышеніемъ температуры руда начинаетъ расплавляться.

Процессъ возстановленія при помощи окиси углерода называютъ непрямымъ возстановленіемъ въ противоположность прямому возстановленію при помощи твердаго углерода.

Въ процессахъ, которые ведутся при низкихъ температурахъ, наиболѣе пригоднымъ возстановителемъ является окись углерода, переходящая при этомъ въ углекислоту. При высокой температурѣ углекислота диссоціируетъ и окись углерода не можетъ служить возстановителемъ; единственно пригоднымъ для этой цѣли веществомъ служитъ твердый углеродъ, сгорающій въ постоянную при высокихъ температурахъ окись углерода.

Руды, способныя къ возстановленію окисью углерода, при низкой температурѣ, безъ большого расхода теплоты, называются рудами легко возстановляемыми, между тѣмъ какъ трудно возстановляющимися называются такія руды, которыя могутъ быть возстановлены только помощью твердаго углерода, при высокой температурѣ и большой затратѣ теплоты.

При горѣніи углерода съ образованіемъ окиси углерода требуется менѣе кислорода, чѣмъ для образованія углекислоты. Чѣмъ бо́льшее количество углерода приходитъ при горѣніи въ соприкосновеніе съ воздухомъ, чѣмъ пористѣе горючій матеріалъ, тѣмъ болѣе получается окиси углерода; наоборотъ при большемъ избыткѣ воздуха и при болѣе плотномъ горючемъ — образуется больше углекислоты.

Если образовавшаяся при горѣніи углекислота проходитъ черезъ слой раскаленнаго углерода, то она разлагается при этомъ и даетъ съ углеродомъ — окись углерода. Этотъ замѣчательный процессъ, который мы можемъ охарактеризовать, какъ возстановленіе углекислоты твердымъ углеродомъ, или какъ горѣніе твердаго углерода за счетъ углекислоты находитъ себѣ обширное

примѣненіе при полученіи генераторныхъ газовъ, которые пользуются большимъ распространеніемъ въ металлургическихъ печахъ по причинѣ высокой температуры развиваемой ими.

Какъ сказано выше, водяной паръ можетъ также служить окислителемъ при очень высокой температурѣ.

Если поэтому черезъ слой раскаленнаго угля мы будемъ пропускать водяной паръ, то вода разлагается. Результатомъ такого разложенія является водородъ, а кислородъ воды соединяется съ углеродомъ въ окись углерода; такимъ образомъ при помощи этого процесса получается два горючихъ газа. На этомъ основывается примѣненіе въ техникѣ такъ называемаго водяного газа.

При горѣніи углерода всегда получается сначала углекислота, окись же углерода получается лишь впослѣдствіи при возстановленія углекислоты слѣдующими слоями угля.

Достоинство горючаго матеріала зависитъ прежде всего отъ того количества теплоты, которое онъ выдѣляетъ при своемъ сгораніи. Количество тепла, развиваемое при сгораніи вѣсовой единицы, обыкновенно 1 клгр., какого-нибудь тѣла, называется его абсолютною теплопроизводительною способностью или теплопроизводительностью. Эта теплопроизводительность измѣряется единицами теплоты или калоріями. Единица теплоты есть то количество тепла, которое потребно для повышенія температуры 1 клгр. воды отъ 0^{0} до 1^{0} Ц.

Опредѣленіе количества тепла, которое выдѣляется при горѣніи даннаго горючаго матеріала, производилось прежде вычисленіемъ по даннымъ химическаго анализа горючаго матеріала. Въ настоящее время такое опредѣленіе производится непосредственно слѣдующимъ образомъ. Въ приборѣ особаго устройства сожигаютъ нѣкоторое опредѣленное количество горючаго матеріала, при чемъ выдѣляющаяся теплота передается извѣстному количеству воды. По вѣсу воды и повышенію ея температуры при сгораніи опредѣленнаго количества горючаго легко вычислить теплопроизводительность или число единицъ тепла, которое можетъ дать вѣсовая единица даннаго матеріала.

При опредѣленіи теплопроизводительности газовъ поступаютъ подобнымъ же образомъ: теплоту, получаемую при сгораніи опредѣленнаго количества испытуемаго газа, передаютъ также опредѣленному количеству воды и по повышенію температуры этой послѣдней судятъ о теплопроизводительной способности даннаго газа.

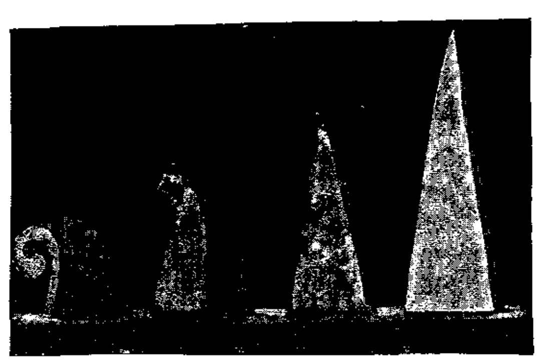
Такимъ образомъ найдены слѣдующія величины теплопроизводительной способности различныхъ родовъ горючаго:

1 кгл.	углерода	при сгораніи	въ углекислоту	выдѣляетъ	8080	ед. тепла
1 „	„	„	въ окись углерода	„	2473	„
1 „	окиси углерода	„	въ углекислоту	„	2403	„
1 „	водорода	„	въ водяной паръ	„	28780	„

Температура, которую развиваетъ данный горючій матеріалъ при равномѣрномъ распредѣленіи теплоты, называется температурою горѣнія или пирометрическимъ дѣйствіемъ горючаго. Температура эта тѣмъ выше, чѣмъ больше горючаго матеріала сожигается въ единицу времени, чѣмъ меньше излишекъ воздуха при горѣніи и чѣмъ болѣе нагрѣты предварительно горючій матеріалъ и воздухъ, поступающіе въ топку. Такъ какъ при газообразномъ горючемъ можно достигнуть полнаго горѣнія съ весьма незначительнымъ избыткомъ воздуха и кромѣ того горючее это удобнѣе подвергнуть предварительному нагрѣву, то при горѣніи газообразнаго горючаго можно получить очень высокую температуру, на чемъ и основано примѣненіе его для металлургическихъ цѣлей. При этомъ, конечно, необходимо обращать вниманіе на то, чтобы примѣняемый горючій матеріалъ обладалъ высокою абсолютною теплопроизводительностью.

Измѣреніе низкихъ температуръ очень несложно; для этого служатъ инструменты, называемые термометрами, основанные на расширеніи ртути при нагрѣваніи. Уже при температурахъ выше 200° Ц. показанія обыкновенныхъ ртутныхъ термометровъ перестаютъ быть точными, почему для измѣренія болѣе высокихъ температуръ примѣняются ртутные термометры изъ очень тугоплавкаго нормальнаго стекла, въ которыхъ надъ поверхностью ртути находится углекислота или азотъ; термометрами этими можно пользоваться до 550° Цельсія.

Для измѣренія же болѣе высокихъ температуръ съ давнихъ поръ примѣняются металлы и сплавы, которые, расплавляясь, даютъ указаніе на то, перейдена ли извѣстная температура или нѣтъ. Точныхъ измѣреній этимъ способомъ, конечно, сдѣлать нельзя. Эти сплавы называются по имени физика, впервые примѣнившаго ихъ, сплавами Принсепа. Они состоятъ изъ золота и серебра или золота и платины въ различныхъ пропорціяхъ; при помощи ихъ можно измѣрять температуры до 1775° Ц., — точки плавленія чистой платины. Для измѣренія температуры, небольшое количество сплава опредѣленнаго состава, температура плавленія котораго извѣстна и, примѣрно, соотвѣтствуетъ опредѣляемой температурѣ, ставятъ въ маленькой чашечкѣ въ то пространство, температуру котораго желаютъ измѣрить. Если сплавъ расплавился, то это показываетъ, что температура въ топочномъ пространствѣ стоитъ выше точки плавленія даннаго сплава; тогда повторяютъ испытаніе съ другимъ сплавомъ, плавящимся при высшей, температурѣ, пока не нападутъ на такой, который уже не расплавляется; этимъ будетъ доказано, что измѣряемая температура находится между точками плавленія расплавившагося и болѣе не плавящагося сплава Принсепа. Сплавившіеся кусочки можно раздробить молоткомъ и вновь пользоваться ими.



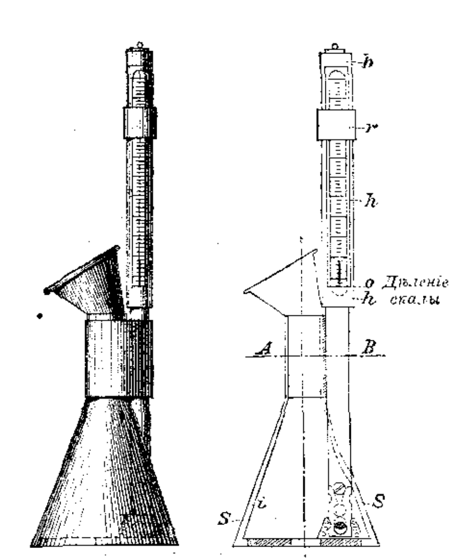
390. **Нормальные конусы проф. Зегера для измѣренія высокихъ температуръ.**

Стоимость сплавовъ Принсепа, вообще говоря, довольно высока, а вслѣдствіе растрескиванія глиняной чашечки весьма часто случается ощутительная потеря металла, почему сплавы эти замѣняются въ послѣднее время конусами проф. Зегера. Смѣшивая въ разныхъ пропорціяхъ полевой шпатъ, кварцъ, каолинъ, мраморъ и трехокись бора, проф. Зегеръ получилъ вещества, плавящіяся при опредѣленной температурѣ. Изъ этой смѣси готовятъ трехгранныя пирамиды съ острыми концами, которыя и продаются подъ именемъ нормальныхъ конусовъ Зегера. Послѣдніе допускаютъ опредѣленіе температуръ отъ 960° до 2180° Ц., служившихъ для опредѣленія температуры въ топочномъ пространствѣ. Четыре такихъ конуса представлены на фиг. 390. По виду конусовъ можно съ увѣренностью сказать, что искомая температура соотвѣтствуетъ температурѣ плавленія второго конуса.

При помощи описанныхъ приспособленій можно только убѣдиться въ томъ, что температура топочнаго пространства выше или ниже температуры плавленія даннаго сплава или конуса Зегера, но нельзя опредѣлить точно, какъ высока эта температура. Для точнаго опредѣленія очень высокихъ температуръ служатъ особые приборы, называемые пирометрами, что значитъ бук-

вально — измѣрители жара. Дѣйствіе этихъ приборовъ основано на различныхъ физическихъ явленіяхъ.

Общимъ распространеніемъ пользовались ранѣе приборы, основанные на разности расширенія различныхъ тѣлъ, — напримѣръ, мѣди и желѣза, угля и желѣза. Однако приборы эти оказались весьма несовершенными, потому что показанія ихъ являются неправильными послѣ продолжительнаго нагрѣванія при относительно низкой температурѣ, или же при кратковременномъ хотя бы нагрѣваніи до очень высокой температуры. Вотъ почему приборы эти были въ новѣйшее время замѣнены другими, болѣе совершенными. Изъ такихъ приборовъ мы здѣсь опишемъ калориметръ Сименса, измѣненный Браубахомъ и пользующійся большимъ распространеніемъ для опредѣленія температуры газовъ, если только эта послѣдняя не превышаетъ 1000° Ц. — температуры диссоціаціи воды. Приборъ этотъ изображенъ на рис. 391 и 392 и состоитъ изъ сосуда съ двойными стѣнками, сдѣланнаго изъ цинка, мѣди или листовой латуни. Внутренняя часть *i* служитъ сосудомъ калориметра, а наружныя стѣнки *s* предохраняютъ приборъ отъ охлажденія. Пространство между обѣими стѣнками заполнено воздухомъ и служитъ для изолированія прибора отъ окружающей среды. Внутренній сосудъ покоится на пробковомъ кольцѣ *k*, приклеенномъ ко дну наружнаго сосуда. Оба сосуда имѣютъ цилиндрическія шейки, припаянныя къ косой воронкѣ. Къ шейкѣ придѣлана открытая съ нижняго конца латунная трубка, служащая для помѣщенія термометра, раздѣленнаго на 0,1° Ц. Отсчетъ производится при помощи подвижной муфты *h* съ вырѣзомъ, на которомъ выгравирована скала. Сосудъ наполняется взвѣшеннымъ количествомъ воды, и замѣчаютъ ея температуру. Затѣмъ въ сосудъ бросаютъ также взвѣшенный цилиндръ изъ желѣза, мѣди или, лучше, изъ никеля, пробывшій предварительно достаточное время въ струѣ газа, температуру котораго желаютъ измѣрить. По повышенію температуры воды можно затѣмъ вычислить ту температуру, которая была въ испытуемомъ пространствѣ. Этотъ приборъ можно употреблять только до 1000° Ц., такъ какъ при болѣе высокихъ температурахъ происходитъ диссоціація воды, и теплота, которая на это затрачивается, измѣрена быть не можетъ. Кромѣ того приборъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что каждый разъ можно вести только одно измѣреніе, и для каждаго измѣренія нужно повторить все испытаніе.



391—392.
Калориметръ Сименса-Браубаха.

Шведскій металлургъ Виборгъ пользуется расширеніемъ заключеннаго въ фарфоровой трубкѣ воздуха, который дѣйствуетъ на пружину манометра. Приборъ градуируется такимъ образомъ, что показанія температуры отсчитываются непосредственно по скалѣ монометра.

Электрическій пирометръ братьевъ Сименсъ, Гартмана и Браунса основанъ на томъ, что при нагрѣваніи какого-нибудь проводника электричества повышается его сопротивленіе прохожденію электрическаго тока; такъ какъ соотношеніе между температурой и сопротивленіемъ проводника извѣстно, то, измѣряя послѣднее, можно судить о температурѣ проводника. Получающійся отъ сухой батареи электрическій токъ постоянной силы раз-

дѣляется на двѣ вѣтви, которыя одновременно дѣйствуютъ на гальванометръ. Если сопротивленіе обѣихъ вѣтвей одинаково, то дѣйствіе тока на стрѣлку гальванометра взаимно уничтожается, и она остается въ покоѣ. Если же одинъ изъ проводниковъ будетъ нагрѣтъ, то вмѣстѣ съ повышеніемъ температуры возрастетъ и его сопротивленіе, а слѣдовательно произойдетъ соотвѣтствующее отклоненіе стрѣлки. Тогда, вводя сопротивленіе въ ненагрѣтую цѣпь, возвращаютъ стрѣлку гальванометра на нулевое дѣленіе скалы и находятъ по таблицѣ температуру, соотвѣтствующую введенному сопротивленію.

Термоэлектрическій пирометръ Ле-Шателье основанъ на томъ, что въ цѣпи, состоящей изъ двухъ металловъ, возникаетъ электрическій токъ, если оба спая ихъ нагрѣты до различной температуры. Чѣмъ выше разность температуръ, тѣмъ больше сила получающагося тока. Измѣряя силу тока, можно судить о температурѣ, нагрѣванія одного изъ металловъ, такъ какъ соотношеніе между обѣими величинами извѣстно. Въ пирометрѣ Ле-Шателье одна проволока состоитъ изъ чистой платины, а другая изъ сплава платины съ $10^0/_0$ родія; въ мѣстѣ спая обѣ проволоки сплавлены въ шарикъ и закрыты глиняной оболочкой. Это мѣсто и подвергается дѣйствію жара, температуру котораго желаютъ измѣрить. Оба несплавленныхъ конца соединяютъ съ гальванометромъ, которой можно установить на любомъ разстояніи въ сохранномъ мѣстѣ. На гальванометрѣ находится скала такого устройства, что по отклоненію *стрѣлки можно прямо читать показаніе температуры. Этотъ приборъ* чрезвычайно удобенъ для употребленія, такъ как отчеты могутъ производиться въ каждый моментъ изъ конторы мастерской; само собою понятно, что при соотвѣтствующемъ устройствѣ замыкателей одинъ и тотъ же гальванометръ можетъ служить для измѣренія температуры въ различныхъ мѣстахъ.

Горючіе матеріалы.

Горючими матеріалами мы называемъ такія естественные или искусственно получаемые продукты при горѣніи которыхъ развивается теплота, примѣняемая для различныхъ практическихъ цѣлей. Въ настоящемъ отдѣлѣ мы не будемъ касаться такихъ элементовъ, какъ кремній, сѣра, фосфоръ, марганецъ и нѣкоторые другіе, которые хотя и служатъ источниками для полученія теплоты въ нѣкоторыхъ заводскихъ процессахъ, но примѣняются для этой цѣли лишь крайне рѣдко въ совершенно своеобразныхъ, только этимъ процессамъ отвѣчающихъ условіяхъ. Всѣ обычно примѣняемые въ техникѣ горючіе матеріалы представляютъ собою или естественныя соединенія углерода съ водородомъ, кислородомъ и другими элементами, или же получаются изъ нихъ путемъ обугливанія этихъ послѣднихъ. Почти всѣ сорта естественнаго горючаго — растительнаго происхожденія, заимствовавшіе содержащійся въ нихъ углеродъ изъ выдѣляемой при дыханіи животныхъ углекислоты. Процессъ ассимиляціи углерода растеніями происходитъ при содѣйствіи тепла и свѣта солнечныхъ лучей и съ этой стороны наша современная растительность можетъ быть признана за могущественный концентраторъ солнечной теплоты. вновь выдѣляющая ее при своемъ горѣніи въ топкахъ нашихъ печей. Но современная растительность способна дать, лишь сравнительно небольшое количество теплоты, которое она успѣла собрать за время своего роста. Гораздо большіе запасы той же теплоты, собранной растительностью давно прошедшихъ геологическихъ эпохъ, сохранились для насъ въ корѣ земной въ видѣ неистощимыхъ, почти, залежей каменнаго угля. *Вотъ почему слѣдуетъ признать* громаднымъ успѣхомъ техники начало примѣненія минеральнаго топлива, которое составляетъ

въ настоящее время основу развитія промышленности нашихъ культурныхъ государствъ.

Главною составною частью современныхъ растеній служитъ древесина, состоящая изъ клѣтчатки, иначе целлюлезы, въ свою очередь состоящей изъ углерода, водорода и кислорода и небольшой примѣси минеральныхъ веществъ. При полномъ сгараніи, какъ и при гніеніи, клѣтчатка разлагается сполна и даетъ углекислоту и воду и въ этомъ смыслѣ гніеніе и горѣніе можно считать процессами, вполнѣ сходными другъ съ другомъ съ тою лишь разницею, что гніеніе происходитъ крайне медленно, безъ замѣтнаго выдѣленія тепла и свѣта. Полное разложеніе древесины происходитъ при свободномъ доступѣ воздуха и при этомъ выдѣляется все то количество теплоты, *которое она, вообще говоря, способна развить.*

Если же разложеніе клѣтчатки происходитъ, какъ это часто бываетъ въ природѣ, безъ доступа воздуха, то происходитъ другой процессъ, который называется неполнымъ разложеніемъ (обрушиваніемъ) дерева. Здѣсь, какъ и при горѣніи, получается вода и углекислота, но уже за счетъ кислорода, содержащагося въ самой клѣтчаткѣ, далѣе получаются различные углеводороды (главнѣйше метанъ или болотный газъ), самое же вещество клѣтчатки все болѣе и болѣе обогащается углеродомъ, переходя въ конечной стадіи въ чистый углеродъ съ ничтожной сравнительно примѣсью другихъ веществъ.

Подобный же процессъ можно получать и при искусственномъ обугливаніи дерева, которое также происходитъ безъ доступа воздуха. И здѣсь рядомъ съ углекислотой и водой образуются углеводороды, между тѣмъ какъ въ остаткѣ получается древесный уголь, богатый углеродомъ. Такое обугливаніе называютъ сухою перегонкой дерева; ей подвергаются также и нѣкоторые сорта каменнаго угля, для того чтобы получить горючій матеріалъ съ болѣе высокой теплопроизводительною способностью.

Естественные горючіе матеріалы. Дерево состоитъ изъ клѣтчатки или целлюлезы, которая имѣетъ у всѣхъ деревьевъ одинъ и тотъ же составъ, а именно 44,44% углерода, 7,17% водорода и 49,39% кислорода; удѣльный же вѣсъ различныхъ породъ дерева различенъ, смотря по плотности, возрасту, мѣсту нахожденія и времени года. Высушенныя на воздухѣ, содержащія около 20% воды деревья раздѣляются на твердые сорта съ удѣльнымъ вѣсомъ выше 0,55 и мягкіе съ удѣльнымъ вѣсомъ ниже 0,55. Плотная клѣтчатка безъ поръ имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,5. На плотность и теплопроизводительность дерева имѣетъ вліяніе влажность почвы, быстрый или медленный ростъ, климатъ и т. д.

Сокъ деревьевъ, или такъ называемыя инкрустирующія вещества, суть смолистыя соединенія разнообразнаго состава, которыя содержатъ до 1% золы. Меньше всего золы находится въ стволѣ дерева, больше всего въ вѣтвяхъ. Зола дерева содержитъ главнымъ образомъ углекислую известь, около 50—70%, углекислыя щелочи 20—25% *и кромѣ того еще небольшія* количества кремнезема, фосфорной кислоты. Содержаніе воды больше всего во время восхожденія сока; поэтому лучше всего срубать деревья въ періодъ пріостановки роста. Въ свѣже срубленномъ деревѣ содержаніе воды часто доходитъ до $^1/_3$—$^2/_5$ его вѣса, въ высушенномъ на воздухѣ около 20%. Высушиваніемъ дровъ на воздухѣ или въ сушилахъ теплопроизводительная способность ихъ повышается; однако дрова послѣ сушки ихъ въ сушилахъ должны непосредственно идти въ дѣло, такъ какъ при лежаніи на воздухѣ они снова поглощаютъ влагу. Вѣсъ одного кубическаго метра, высушеннаго на воздухѣ (самосохлаго) дерева, включая промежутки между полѣньями, доходитъ для мягкихъ породъ до 250—300 клгр., для породъ твердыхъ до 350—450 клгр. Теплопроизводительная способность дерева самосохлаго рав-

няется 2900 калоріямъ, высушеннаго въ сушилѣ — 3800 кал. Значеніе дерева, какъ горючаго матеріала, для заводовъ изъ году въ годъ все болѣе и болѣе уменьшается по причинѣ высокой его стоимости и относительно малой теплопроизводительной способности.

Торфъ есть самое новѣйшее по времени своего образованія горючее ископаемое и представляетъ собою продуктъ разложенія болотныхъ растеній подъ вліяніемъ атмосферы и влажности. Чѣмъ глубже залегаетъ торфъ, тѣмъ далѣе пошло разложеніе, тѣмъ темнѣе окраска торфа и тѣмъ выше въ немъ содержаніе углерода. Торфъ состоитъ изъ особеннаго торфоваго вещества, содержащаго круглымъ числомъ 59—62% углерода, 5—6% водорода и 32—35% кислорода. Такимъ образомъ торфъ богаче углеродомъ и бѣднѣе водородомъ и кислородомъ, чѣмъ дерево. Зола, содержаніе которой доходитъ часто до 30%, обязана своимъ происхожденіемъ, главнѣйше, массамъ песку и глины, занесеннымъ въ торфяное болото. Въ свѣжемъ состояніи торфъ содержитъ часто до 70% воды, которая испаряется при высушиваніи на воздухѣ; однако высушенный на воздухѣ торфъ всегда заключаетъ 20—25% влаги. Болѣе молодые сорта торфа при достаточной связи частицъ можно добывать въ видѣ призматическихъ кусковъ, торфяныхъ кирпичей, вырѣзывая ихъ въ вертикальномъ или горизонтальномъ направленіи при помощи лопатъ особой формы; такой торфъ называется рѣзнымъ. Землистый, илистый торфъ, добываемый черпаками, раскладывается для просушки на берегу торфяника, уплотняется ногами или какими либо приборами и формуется затѣмъ въ кирпичи; онъ называется черпаннымъ, наливнымъ или формованнымъ торфомъ. Для превращенія рыхлыхъ богатыхъ водою сортовъ торфа въ плотную массу съ меньшимъ содержаніемъ воды торфъ подвергается прессованію въ механическихъ устройствахъ; получаемый продуктъ называется прессованнымъ торфомъ.

Особенно богата торфомъ Германія; онъ находится въ большихъ количествахъ какъ въ южной Германіи, такъ главнымъ образомъ и въ сѣверогерманской низменности. Примѣненіе торфа въ заводскомъ дѣлѣ, однако, ограниченно вслѣдствіе его малой способности къ перевозкѣ. Торфъ подобно дереву высушивается въ сушилахъ передъ употребленіемъ, но его слѣдуетъ пускать въ дѣло еще теплымъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ онъ легко поглощаетъ влагу изъ воздуха. Теплопроизводительность самосохлаго, не очень богатаго золою торфа равна приблизительно 3500 калоріямъ. Вѣсъ одного куб. метра самосохлаго волокнистаго торфа — 260—280 клгр., бураго или чернаго, такъ называемаго смолистаго торфа, — 250—400 клгр.

Бурый уголь, состоящій изъ растительныхъ остатковъ третичнаго періода, или имѣетъ древовидную структуру, какъ лигнитъ, иначе ископаемое дерево, или произошелъ подобно торфу отъ разложенія низшихъ растеній и образуетъ въ такомъ случаѣ мягкую, растирающуюся массу; такая разновидность угля называется землистымъ бурымъ или болотнымъ углемъ. Собственно бурые угли, жирные или смолистые бурые угли отъ бураго до блестящаго чернаго цвѣта, отличаются отъ другихъ бурыхъ углей бо́льшею прочностью и твердостью, раковистымъ изломомъ и часто съ трудомъ отличимы отъ каменныхъ углей. Содержаніе влажности въ свѣже добытыхъ бурыхъ угляхъ очень высоко; оно доходитъ до 50%; будучи же высушены на воздухѣ, бурые угли содержатъ: лигнитъ 10—15% воды, землистые бурые угли 20% и собственно бурые угли 5—10%. При высушиваніи, въ сушилахъ, угли эти легко распадаются, и потому они идутъ въ употребленіе обыкновенно въ сыромъ видѣ. Для лучшаго сбыта бурый уголь идетъ въ продажу въ формѣ брикетовъ, для чего сырой уголь высушивается и прессуется въ горячемъ состояніи. Если прессованію подвергаются угли въ сыромъ видѣ, то продуктъ называется сы-

рымъ прессованнымъ углемъ; онъ не имѣетъ столь высокой теплопроизводительной способности, какъ брикеты.

Содержаніе золы иногда очень значительно; въ нѣкоторыхъ землистыхъ бурыхъ угляхъ оно часто достигаетъ до 50%; но у лигнитовъ и настоящихъ бурыхъ углей оно обыкновенно меньше.

Свободная отъ золы и влаги масса угля состоитъ:

	Углерода	Водорода	Кислор. и азота
у лигнитовъ изъ	57—67%	6—5%	28—37%
у землистыхъ бурыхъ углей изъ .	64—70 „	6—5 „	25—30 „
у настоящихъ „ „ „ . .	65—75 „	6—4 „	21—29 „

Теплопроизводительность чистой угольной массы лигнитовъ достигаетъ до 5500 ед. т., но вслѣдствіе содержанія влаги и золы она понижается до 3200—3500 ед. т. Собственно бурые угли, не имѣй они золы и влаги, могли бы развивать свыше 7000 ед. т., но на самомъ дѣлѣ теплопроизводительность ихъ достигаетъ только 5500 ед. т. Вѣсъ одного куб. метра лигнита — около 550—650 клгр., обыкновеннаго бураго угля около 700 клгр.

Различить болѣе древніе, по времени своего образованія бурые угли, отъ новѣйшихъ каменныхъ углей является часто дѣломъ затруднительнымъ. Точкой опоры можетъ при этомъ служить цвѣтъ порошка, который въ бурыхъ угляхъ всегда бурый, а въ каменныхъ — всегда черный. Если прокипятить порошокъ бураго угля съ ѣдкимъ кали, то оно окрасится, чего не происходитъ, если для пробы будетъ взятъ порошокъ каменнаго угля.

Въ Германіи и Австріи бурые угли имѣютъ большое значеніе, такъ какъ они здѣсь хорошаго качества и находятся во многихъ мѣстахъ. Въ Германіи особенно богаты бурыми углями провинціи Саксонія, Бранденбургъ и Рейнская, Гессенъ-Нассау, королевство Саксонія и Тюрингенскія государства; въ Австріи наибольшая часть бураго угля добывается въ Богеміи; кромѣ того нужно отмѣтить также Штирію, Верхнюю Австрію, Крайну и Моравію.

Каменный уголь и антрацитъ играютъ громадную роль въ жизни современнаго культурнаго человѣчества, будучи однимъ изъ главныхъ поставщиковъ тепла и свѣта, необходимыхъ для жизни человѣка. Далѣе теплота, развиваемая при горѣніи каменнаго угля, служитъ главнымъ источникомъ двигательной силы паровыхъ машинъ на нашихъ фабрикахъ и заводахъ, являясь въ этомъ отношеніи основою для развитія различныхъ отраслей нашей промышленности. Спеціально для металлургической промышленности каменный уголь имѣетъ громадное значеніе, такъ какъ запасами этого ископаемаго обусловливается грандіозное развитіе желѣзодѣлательной промышленности, составляющей основу промышленнаго развитія современныхъ культурныхъ народовъ. Наконецъ запасы каменнаго угля являются необходимымъ условіемъ громаднаго развитія нашихъ перевозочныхъ средствъ — пароходовъ, желѣзныхъ дорогъ и т. п.

Процентный составъ каменнаго угля весьма измѣнчивъ. Отъ другихъ ископаемыхъ горючихъ матеріаловъ и отъ нынѣ живущихъ растеній онъ отличается значительнымъ преобладаніемъ углерода сравнительно съ другими элементами. Можно прослѣдить правильный ростъ содержанія углерода отъ древесины къ торфу, бурому углю, каменному углю и антрациту при одновременномъ уменьшеніи содержанія водорода и кислорода, какъ это ясно видно изъ среднихъ чиселъ слѣдующей таблицы:

	Углеродъ	Водородъ	Кислородъ	Азотъ
Древесина . . .	50	6	43	1
Торфъ	59	6	33	2
Бурый уголь . .	69	5,5	25	0,8
Каменный уголь .	82	5	13	0,8
Антрацитъ . . .	95	2,5	2,5	—

Поэтому процессъ постепеннаго превращенія древесины въ каменный уголь и антрацитъ состоитъ главнымъ образомъ въ безпрерывномъ обогащеніи углеродомъ за счетъ уменьшенія содержанія кислорода и водорода. Вообще говоря, содержаніе углерода растетъ, въ зависимости отъ геологической древности угля, хотя это правило ни въ коемъ случаѣ не можетъ считаться абсолютно вѣрнымъ, такъ какъ содержаніе углерода зависитъ кромѣ этого отъ мощности и состава вышележащихъ породъ. Такъ съ увеличеніемъ мощности покрывающихъ породъ возрастаетъ давленіе и температура, *что способствуетъ болѣе полному превращенію древесины* въ углеродъ. Если породы кровли состоятъ изъ плотныхъ горныхъ породъ, если слѣдовательно уголь совершенно изолированъ, то выдѣленіе газовъ является затруднительнымъ; наоборотъ менѣе плотныя породы и меньшая мощность покрова облегчаютъ выдѣленіе газовъ. Въ этомъ обстоятельствѣ кроется причина того явленія, что выходы какого нибудь пласта, т. е. тѣ его части, которыя выступаютъ на поверхность, совершенно не заключаютъ въ себѣ газовъ, между тѣмъ какъ тотъ же самый пластъ вдали отъ выхода оказывается весьма богатымъ газомъ.

Вещество каменнаго угля ни въ коемъ случаѣ, даже если оно съ виду совершенно однородно, нельзя считать за простое химическое соединеніе; мы имѣемъ всѣ данныя предполагать, что каменный уголь, какъ и многіе другіе естественные и искусственные продукты, представляетъ смѣсь различныхъ и крайне разнообразныхъ углеродистыхъ соединеній, и пользовавшееся ранѣе большимъ распространеніемъ мнѣніе, что свободный углеродъ *составляетъ основную часть каменнаго угля, ничѣмъ въ дѣйствительности не* оправдывается. При накаливаніи въ закрытыхъ сосудахъ каменные угли или не подвергаются никакому замѣтному наружному измѣненію, или же они спекаются, что можетъ сопровождаться увеличеніемъ объема, вздутіемъ и вспучиваніемъ спекшейся массы.

На этомъ основано уже довольно старое, установленное еще въ 1836 г. Карстеномъ подраздѣленіе углей на тощіе, спекающіеся и жирные угли. Именно, при сильномъ накаливаніи навѣски порошка каменнаго угля въ закрытомъ тиглѣ можетъ получиться остатокъ:

1. порошкообразный по виду похожій на взятый порошокъ каменнаго угля, или
2. спекшійся, но не вспучившійся, — какъ не дошедшее тѣсто, или
3. совершенно спекшійся и сильно вспученный.

Смотря по этому дѣлятъ угли, какъ уже упомянуто, на тощіе, спекающіеся и жирные угли, включая сюда, какъ переходныя ступени, еще *спекающіеся тощіе и жирные спекающіеся угли. Это отношеніе* къ нагрѣванію имѣетъ большое значеніе для примѣненія углей, такъ какъ для полученія изъ нихъ искусственнаго горючаго матеріала — кокса, можно пользоваться только жирными углями и жирными спекающимися, между тѣмъ какъ другіе, не жирные сорта идутъ на колосниковыя топки, на приготовленіе угольныхъ кирпичей, для отопленія жилыхъ помѣщеній и т. д.

Долгое лежаніе на воздухѣ сильно вредитъ способности углей коксоваться; такія же послѣдствія имѣетъ и продолжительное слабое нагрѣваніе угля.

Содержаніе летучихъ составныхъ частей у различныхъ сортовъ угля сильно колеблется, и вслѣдствіе этого колеблется также и количество получающагося при накаливаніи твердаго остатка — кокса.

Грюнеръ установилъ классификацію углей, принимая въ разсчетъ составъ послѣднихъ, также количество и качество получающагося кокса и длину пламени, даваемаго ими. Классификація эта слѣдующая:

Родъ угля	Углеродъ	Водородъ	Кислородъ + азотъ	Выходъ кокса	Видъ кокса	Удѣльный вѣсъ
Сухіе угли съ длиннымъ пламенемъ	75—80	5,5—4,5	19,5—15,0	50—60	Порошкообразный, въ рѣдкихъ случаяхъ слабо спекшійся .	1,25
Жирные угли съ длиннымъ пламенемъ (газовые угли)	80—85	5,8—5,0	14,2—10,0	60—68	Спекшійся, но сильно трещиноватый . .	1,28—1,30
Собственно жирные угли или кузнечные угли .	84—89	5,5—5,0	11,0—5,5	68—74	Спекшійся, средней плотности	1,30
Жирные угли съ короткимъ пламенемъ (коксовые угли)	88—91	5,5—4,5	6,5—5,5	74—82	Спекшійся очень плотный, мало трещиноватый	1,30—1,35
Тощіе или антрацитовые угли	90—93	4,5—4,0	5,5—3,0	82—90	Оплавившійся или порошкообразный . .	1,35—1,40
Антрациты	93—95	4,0—2,0	3,0	90—92	Порошкообразный . .	1,6

Теплопроизводительная способность угля возрастаетъ пропорціонально содержанію углерода: у сухихъ углей съ длиннымъ пламенемъ она доходитъ до 8200—8300 ед. т. и затѣмъ постепенно повышается, такъ что у антрацитовыхъ углей она составляетъ 9200—9500 калорій.

При лежаніи на воздухѣ качество каменнаго угля ухудшается; уголь вывѣтривается, причемъ происходитъ окисленіе его кислородомъ воздуха; спекаемость коксовыхъ углей уменьшается. Это измѣненіе происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше доступная окисленію поверхность кусковъ угля, значитъ, въ углѣ мелкомъ гораздо скорѣе, чѣмъ въ крупномъ. При окисленіи составныхъ частей угля происходитъ значительное выдѣленіе теплоты. Уголь нагрѣвается, отчего можетъ произойти выдѣленіе газовъ и даже самовозгараніе каменнаго угля.

Содержаніе влажности въ каменныхъ угляхъ гораздо меньше, чѣмъ во всѣхъ другихъ горючихъ матеріалахъ; оно рѣдко превышаетъ 5%; за то содержаніе золы измѣняется въ широкихъ границахъ.

Зола въ каменныхъ угляхъ понижаетъ не только ихъ теплопроизводительность, но также и способность спекаться, увеличивая въ то же время выходъ кокса. Содержаніе золы въ лучшихъ сортахъ угля доходитъ отъ 1 до 7%, въ среднемъ по своимъ качествамъ 7—14% и въ угляхъ худшаго качества золы бываетъ гораздо больше. Зола состоитъ, главнѣйше, изъ минеральныхъ веществъ, содержавшихся въ прежнихъ растеніяхъ, изъ частицъ глины, песку и другихъ веществъ, попавшихъ въ уголь во время его образованія. Въ золѣ часто содержится значительное количество сѣрнаго колчедана. Отъ состава золы зависитъ, способна ли она плавиться или нѣтъ. Если главная составная часть золы — глина, то зола не плавится; въ противномъ случаѣ, именно при большомъ содержаніи щелочей, зола легко плавится, засоряетъ колосниковую рѣшетку, разъѣдаетъ колосники и затрудняетъ работу кочегара. Большое содержаніе сѣрнаго колчедана не желательно, такъ какъ образующаяся при сгораніи сѣры сѣрнистая кислота разъѣдаетъ стѣнки паровыхъ котловъ, а при фабрикаціи свѣтильнаго газа сѣру можно удалить только помощью сложныхъ очистительныхъ приборовъ; наконецъ коксъ, получаемый изъ такихъ углей, содержитъ также большое количество сѣры, чѣмъ затрудняется примѣненіе его для многихъ металлургическихъ цѣлей.

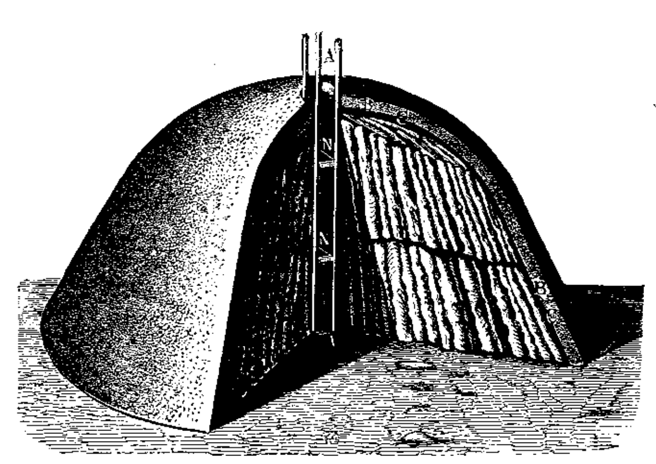
Искусственные горючіе матеріалы. Если подвергать нагрѣванію сырые горючіе матеріалы, то уже при температурѣ около 150° Ц. начинается ихъ разложеніе; смотря по свойствамъ горючаго, изъ него выдѣляется извѣстное количество газообразныхъ составныхъ частей, — водяной паръ, углеводороды, окись углерода, аммiакъ и т. д., а остается богатое углеродомъ вещество, которое вмѣстѣ съ золою содержитъ только незначительный процентъ газообразныхъ составныхъ частей и состоитъ, главнѣйше, изъ чистаго углерода. Процессу обуглероживанія въ большомъ масштабѣ подвергаются только дерево и извѣстные сорта спекающихся каменныхъ углей, при чемъ продуктомъ этого процесса является въ первомъ случаѣ древесный уголь, а во второмъ коксъ. Часто, впрочемъ, напр. при фабрикаціи свѣтильнаго газа, обугливаніе производится главнымъ образомъ для того, чтобы получить выдѣляющіеся газы, а также жидкіе и твердые продукты перегонки.

Процессъ обугливанія сырого топлива всегда сопровождается нѣкоторою потерею тепла, такъ какъ выдѣляющіеся при этомъ газы содержатъ значительное количество горючихъ веществъ, способныхъ произвести соотвѣтствующее имъ количество теплоты. Въ болѣе совершенныхъ печахъ для полученія древеснаго угля и кокса стараются, правда, использовать весь запасъ содержащейся въ газахъ теплоты, примѣняя ихъ для нагрѣванія самихъ печей, котловъ и другихъ приборовъ, но цѣль эта никогда не достигается вполнѣ и съ этой точки зрѣнія процессъ обугливанія представляется невыгоднымъ.

Тѣмъ не менѣе обугливанье сырого топлива имѣетъ большое значеніе для многихъ заводскихъ процессовъ, такъ какъ получающійся при этомъ древесный уголь и коксъ обладаютъ большой пирометрической способностью, что дѣлаетъ ихъ особенно пригодными для металлургическихъ печей, гдѣ требуется высокая температура. Способность эта помимо большей теплопроизводительной способности древеснаго угля и кокса по сравненію съ деревомъ и каменнымъ углемъ зависитъ еще отъ того, что при горѣніи древеснаго угля и кокса въ металлургическихъ печахъ уже не происходитъ болѣе процессовъ сухой перегонки, на что при употребленіи дровъ и каменнаго угля расходуется много теплоты, теряющейся для того процесса, который идетъ въ печи. Далѣе при употребленіи уже обугленнаго топлива не выдѣляется такой массы газовъ, которые образуются въ печи при сухой перегонкѣ сырого топлива, и слѣдовательно не уносится такого большого количества теплоты, какъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ. Наконецъ коксъ не засоряетъ колосниковъ рѣшетокъ, какъ нѣкоторые сорта каменнаго угля и отличается большей по сравненію съ углемъ плотностью. Два послѣднія обстоятельства дѣлаютъ коксъ особенно пригоднымъ какъ для сжиганья на колосникахъ, такъ и для засыпки въ высокія доменныя печи, гдѣ давленіе на нижніе слои горючаго достигаетъ большихъ размѣровъ.

Обугливанію подвергаются только такіе сорта сырого топлива, которые даютъ обугленный продуктъ въ кускахъ большой величины. Такіе сорта дерева и каменнаго угля, которые даютъ древесный уголь и коксъ въ видѣ порошка, для обугливанія не годятся, такъ какъ такое топливо не пригодно для тѣхъ процессовъ, ради которыхъ производится обугливаніе. Съ этой стороны большинство сортовъ дерева очень пригодны для обугливанія, но для заводскихъ цѣлей имѣетъ значеніе только уголь, полученный изъ лиственныхъ деревьевъ, такъ какъ древесный уголь изъ хвойнаго лѣса обладаетъ низкою теплопроизводительностью. Торфъ, хотя и годится для обугливанія, но примѣняется рѣдко для этой цѣли. Бурый уголь при нагрѣваніи распадается на мелкіе куски и потому непригоденъ для обугливанія. Изъ каменныхъ углей хорошо переугливаются всѣ спекающіеся угли, между тѣмъ какъ сухіе угли съ длиннымъ пламенемъ, а также антрациты и близко стоящіе къ нимъ тощіе угли представляютъ матеріалъ, непригодный для этой цѣли.

Полученіе древеснаго угля ведется большею частью въ кучахъ, (см. фиг. 393), сложенныхъ изъ дровъ и покрытыхъ листьями и землей. Кучи устраиваются на заранѣе выровненномъ мѣстѣ, защищенномъ отъ вѣтра и находящемся по близости отъ воды. Кучу складываютъ слѣдующимъ образомъ. Прежде всего выравниваютъ почву и плотно утрамбовываютъ землю или посыпанную угольную мелочь. Затѣмъ посрединѣ вколачиваютъ три кола (см. рис. 393), которые распираются расколотами и образуютъ центральную трубу. У подножія трубы складываютъ зажигательную кучу изъ легко воспламеняющихся матеріаловъ, а вокругъ устанавливаютъ концентрическіе ряды полѣньевъ. Надъ нижнимъ рядомъ дровъ укладываютъ еще второй, а изъ положенныхъ горизонтально полѣньевъ или сучьевъ образуется голова или чепецъ кучи. Затѣмъ покрываютъ эту параболическую кучу дровъ слоемъ листьевъ, мху и дерна, а на него набрасываютъ второй слой изъ песку, изъ земли съ угольнымъ мусоромъ. Вначалѣ покрышка не доходитъ до земли, а лежитъ на поперечинахъ, поддерживающихся деревянными вилами, что предохраняетъ ее отъ осыпанія. Устроивъ съ навѣтренной стороны ширму изъ хвороста, приступаютъ къ зажиганію кучи черезъ зажигательный каналъ, идущій отъ окружности кучи къ центральной дымовой трубѣ; послѣ зажиганія каналъ забрасываютъ землей. Воздухъ равномѣрно отъ основанія кучи притекаетъ къ серединѣ, и изъ трубы начинаетъ выдѣляться густой дымъ и паръ. Испарившаяся влажность конденсируется и собирается на покрышкѣ, такъ что куча часа черезъ 24 послѣ зажиганія дѣлается влажной (потѣетъ). Образовавшіеся газы выходятъ частью изъ подъ покрышки; въ кучѣ они смѣшиваются съ проникшимъ или еще имѣющимся тамъ воздухомъ и производятъ взрывы, при чемъ нерѣдко часть покрышки сбрасывается. Ее необходимо тотчасъ же снова поправить. Въ самой кучѣ шестомъ плотно уколачиваютъ уголь въ выгорѣвшія пустоты и подкладываютъ туда свѣжихъ дровъ; эту операцію, смотря по обстоятельствамъ, повторяютъ, при чемъ всякій разъ устраиваютъ новую покрышку въ попорченномъ мѣстѣ. Если въ какомъ-нибудь мѣстѣ случается осѣданіе вслѣдствіе неравномѣрнаго хода обугливанія, то снимаютъ покрышку и закладываютъ въ пустоту свѣжихъ дровъ, послѣ чего покрышку исправляютъ. Когда періодъ потѣнія окончился, что можно узнать по прекращенію выдѣленія кислыхъ паровъ, забрасываютъ землею основаніе кучи, увеличиваютъ толщину покрышки и совершенно изолируютъ кучу отъ доступа воздуха часовъ на двѣнадцать.



393. Куча для выжига угля.

Затѣмъ постепенно протыкаютъ отдушины, отчего куча вполнѣ пожигается сверху до низу, благодаря притекающему воздуху. Когда отдушинами достигнутъ основанія кучи и изъ отдушинъ показался голубой дымъ, можно съ увѣренностью сказать, что поджогъ угля оконченъ, послѣ чего закрываютъ отдушины, въ продолженіе нѣсколькихъ дней охлаждаютъ кучу и затѣмъ начинаютъ выгребать уголь чрезъ отверстіе въ подвѣтренной сторонѣ; горячіе, еще

тлѣющіе куски угля тушатся водой. Затѣмъ куча проламывается въ какомъ нибудь другомъ мѣстѣ, и такъ поступаютъ далѣе, пока совершенно не выгребутъ и не загасятъ всего угля. Полученный уголь сортируютъ на крупный, куски котораго имѣютъ еще форму полѣньевъ, средній и мелкій, доставленный мелкими дровами, сучьями, на угольную мелочь или угольный мусоръ,— идущій на утрамбовку почвы и покрышки для новыхъ кучъ, въ рудные костры. Головни, т. е. полуобугленные куски, служатъ для зажиганія слѣдующей кучи. Величина кучи колеблется въ широкихъ предѣлахъ. Часто кучи содержатъ до 300 куб. метровъ дровъ, но обыкновенно 120—150 куб. метровъ; продолжительность пожога зависитъ отъ величины кучи и измѣняется отъ 15 до 20 дней. Смотря по роду и возрасту деревьевъ и по веденію углежженія, выходъ древеснаго угля измѣняется и доходитъ до 21—25% по вѣсу пошедшаго дерева, а по объему — около 55—60% дерева.

Углежженіе въ кучахъ ведется въ лѣсу возможно ближе къ мѣсту рубки дровъ, чтобы уменьшить расходъ на перевозку угля къ заводу, такъ какъ вѣсъ угля составляетъ всего четвертую часть вѣса взятыхъ для обугливанія дровъ. Получаемый древесный уголь обладаетъ прекрасными качествами при надлежащемъ управленіи огнемъ въ кучахъ. При углежженіи въ кучахъ продукты сухой перегонки теряются безвозвратно; поэтому въ послѣднее время стали часто примѣнять углежженіе въ **ретортахъ**, для полученія изъ выдѣляющихся при перегонкѣ газовъ уксусной кислоты, метиловаго спирта, смолы и другихъ веществъ. *Обугливаніе происходитъ или въ горизонтальныхъ* чугунныхъ или въ вертикальныхъ желѣзныхъ ретортахъ съ откиднымъ дномъ, такъ что реторта при опусканіи его опоражнивается сама собою. При углежженіи въ ретортахъ получается бо́льшій выходъ угля, но нужно принять въ соображеніе расходы по устройству ретортъ и перевозкѣ сырого матеріала къ мѣсту углежженія. Ретортный уголь по своимъ качествамъ не уступаетъ углю, получаемому въ кучахъ.

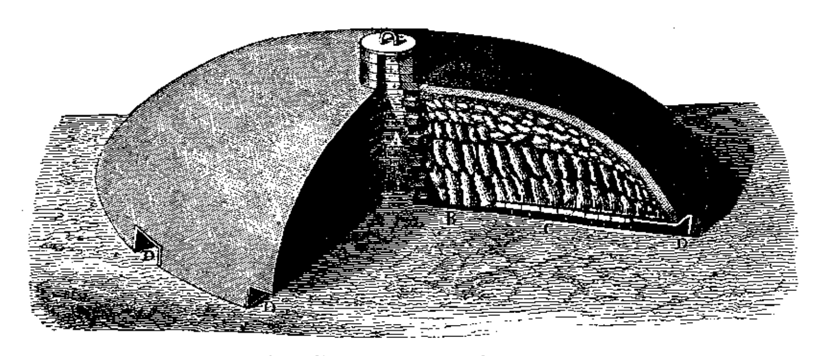
Высушенный на воздухѣ древесный уголь содержитъ среднимъ числомъ около 80% углерода, 2% водорода, 3% кислорода и азота, 12% влаги и 3% золы. Вѣсъ 1 куб. м. угля изъ хвойныхъ деревьевъ равняется 125—180 клгр., изъ мягкихъ лиственныхъ деревьевъ 140—200 клгр., изъ твердыхъ 200—240 клгр.

Первые опыты обугливанія каменнаго угля были сдѣланы въ Англіи въ началѣ 17-го столѣтія: пригодные для этой цѣли угли переугливались въ тигляхъ, закрывавшихся глиняными крышками, за счетъ доставляемой извнѣ теплоты. Процессъ этотъ былъ названъ **коксованіемъ**, а продуктъ **коксомъ**. Эти названія получили право гражданства и въ русскомъ языкѣ. Вначалѣ переугливаніе велось не только для того, чтобы получить горючій матеріалъ, не дающій пламени, такъ какъ таковой уже имѣлся въ видѣ антрацитовъ и антрацитовыхъ углей, а и для того, чтобы по возможности уменьшить содержаніе сѣры въ немъ и такимъ образомъ получить горючее пригодное для выплавки на немъ чугуна и способное замѣнить въ этомъ отношеніи *древесный уголь*.

Свойство каменныхъ углей давать спекшійся коксъ служитъ прекраснымъ средствомъ для того, чтобы изъ мелкаго угля получить горючее въ большихъ кускахъ. Далѣе коксованіе даетъ возможность, подвергая богатые золою угли предварительной промывкѣ на рѣшетахъ, получить горючее, бѣдное золою и слѣдовательно не засоряющее топокъ. Хорошо спекающіеся сорта каменнаго угля сильно вздуваются при коксованіи, вслѣдствіе чего получается очень пористый, непрочный коксъ; такіе сорта смѣшиваютъ съ тощимъ, неспекающимся мелкимъ углемъ, который находитъ незначительное примѣненіе и имѣютъ поэтому обыкновенно очень низкую стоимость. Прибавленіемъ этихъ сортовъ увеличивается выходъ кокса, коксъ получается

плотный и твердый, слѣдовательно обладаетъ такими качествами, которыя главнымъ образомъ и цѣнятся въ заводскомъ дѣлѣ, а сырой матеріалъ обходится въ большинствѣ случаевъ гораздо дешевле. Въ послѣднее время научились получать годный къ употребленію коксъ даже изъ плохо спекающагося угля, ускоряя самый процессъ коксованія и прессуя взятый матеріалъ передъ коксованіемъ въ особыхъ призматическихъ ящикахъ. Этотъ способъ получилъ большое значеніе для копей Верхне-Силезскаго бассейна, бѣднаго хорошо спекающимися каменными углями. Между прочимъ данный способъ примѣняется и на королевскомъ рудникѣ близъ Глейвица, а также на большихъ австрійскихъ заводахъ Витковицъ.

Коксованіе въ кучахъ есть подражаніе соотвѣтствующему способу углежженія и представляетъ древнѣйшій способъ полученія кокса; оно не требуетъ никакихъ дорого стоющихъ устройствъ, но имѣетъ тотъ недостатокъ, что не позволяетъ примѣненія механически обогащенной угольной мелочи, требуя для своего производства крѣпкаго угля въ крупныхъ кускахъ. Хорошо спекающіеся угли также непригодны для этой цѣли: вслѣдствіе

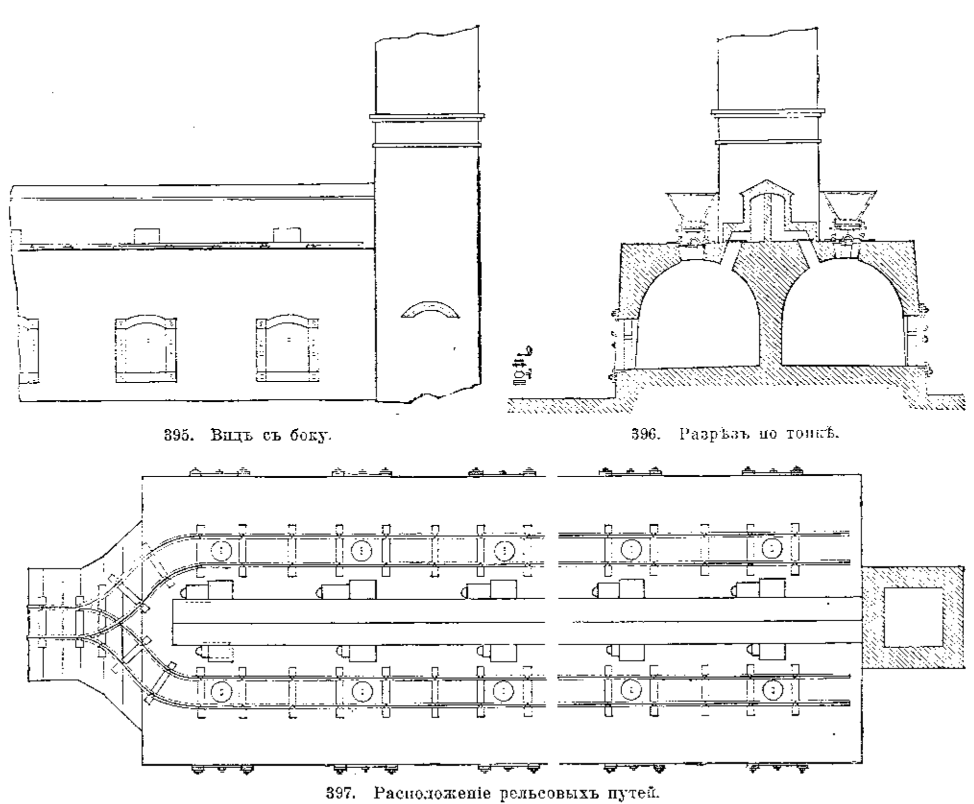


394. Куча для полученія кокса.

сплавленія содержимаго кучи былъ бы невозможенъ проходъ необходимаго для горѣнія воздуха, такъ какъ часть угля должна сгорѣть для того, чтобы доставить теплоту, необходимую для коксованія. Вслѣдствіе этого выходъ кокса въ кучахъ всегда меньше, нежели въ закрытыхъ печахъ; кромѣ того кучный коксъ менѣе проченъ и менѣе однороденъ, чѣмъ печной. Этотъ способъ коксованія держался долгое время въ Германіи только въ Верхней Силезіи, но теперь онъ и тамъ совершенно оставленъ. На рис. 394 *A* изображаетъ кирпичную трубу, снабженную отдушинами, которая сверху закрывается крышкой; вокругъ нея укладываютъ сперва крупные куски угля, а кверху и къ краямъ кладутъ постепенно болѣе мелкіе куски. Затѣмъ сверху все покрывается коксовымъ мусоромъ. Внутри кучи у основанія устраиваютъ радіальные каналы *D D* частью изъ крупныхъ кусковъ угля, частью изъ кирпичей. Зажиганіе кучи производится раскаленнымъ углемъ или снаружи, чрезъ каналы, или чрезъ трубу. Изъ трубы вскорѣ показывается густой сѣрый дымъ, сгарающій сильно коптящимъ пламенемъ, которое подъ конецъ рѣдѣетъ; какъ только дымъ приметъ голубоватую окраску, куча совсѣмъ поспѣла. Тогда закрываютъ трубу, покрываютъ всю кучу влажнымъ мусоромъ, даютъ ей въ продолженіе нѣкотораго времени охладиться и начинаютъ выгребать коксъ, который тушатъ водою. Кучи вмѣщаютъ 10000—30000 клгр. угля при высотѣ въ 1,5—2 м. и діаметрѣ около 3 м. и даютъ выходъ кокса, колеблющійся отъ 60 до 65%. Продолжительность пожога 6—8 дней.

Одинъ изъ самыхъ старыхъ типовъ коксовыхъ печей представляютъ такъ называемыя ульевыя печи; въ стѣнкѣ печей находятся отверстія для

выгребанія кокса, сверху засыпанное отверстіе, а съ боку — отверстіе для выхода продуктовъ горѣнія. Предварительно накаливаютъ стѣны печи, сожигая въ ней каменный уголь: затѣмъ печь наполняютъ сверху углемъ, предназначеннымъ для коксованія, и закрываютъ дверцы и засыпное отверстіе. Процессъ переугливанія происходитъ насчетъ теплоты, накопившейся въ стѣнахъ печи; во время веденія процесса въ печь вводятъ по особымъ каналамъ воздухъ, которымъ сожигаются газообразные продукты перегонки и часть угля для поддержанія потребной температуры. По окончаніи коксованія открываютъ дверцы, выгребаютъ клюшками коксъ и тотчасъ же наполняютъ печь снова для слѣдующей операціи, чтобы не приходилось опять ее раскаливать.



395. Видъ съ боку. 396. Разрѣзъ по топкѣ.

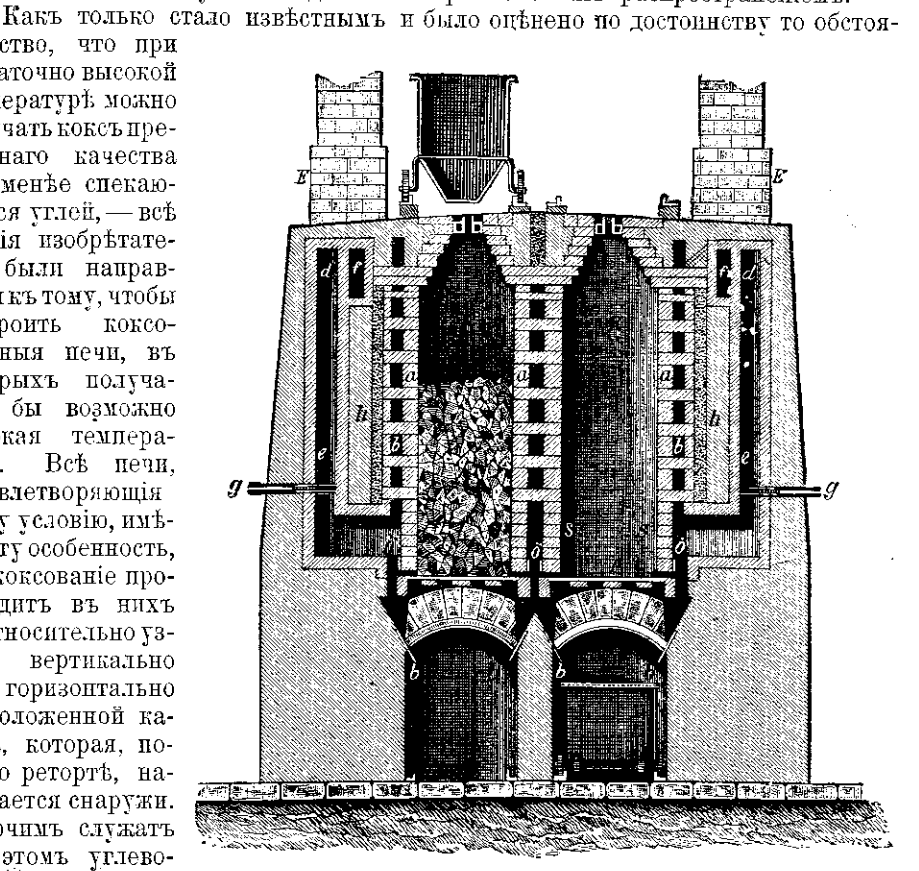
397. Расположеніе рельсовыхъ путей.

395—397. **Ульевая коксовальная печь.**

Если выпускать газы прямо на воздухъ, то они даютъ густой дымъ, причиняющій неудобства; поэтому соединяютъ нѣсколько печей въ общій корпусъ и отводятъ газы при помощи дымовой трубы. Рис. 395—397 показываютъ подобное расположеніе 16 печей, по 8 въ каждомъ ряду. Надъ обоими рядами печей устроены рельсовые пути, по которымъ къ засыпнымъ отверстіямъ можно доставлять угольные вагончики; кузовъ вагоновъ суживается книзу и снабженъ откиднымъ дномъ, что дѣлаетъ засыпку угля въ печь очень удобною. Во время процесса засыпныя отверстія закрыты крышками. Газы уходятъ черезъ боковыя отверстія въ сводѣ печи по каналамъ, которые можно закрывать въ случаѣ надобности, въ общій двойной дымоходъ надъ печами, который соединяется съ дымовой трубою, находящеюся на одномъ изъ концовъ батареи печей. Подъ печей нѣсколько наклоненъ къ дверцамъ, чтобы облегчить выгребъ кокса.

Ульевыя печи пригодны для коксованія хорошо спекающихся углей и даютъ не особенно прочный, пористый коксъ, который требуется для нѣкоторыхъ цѣлей, напримѣръ, для нагрѣванія тигельныхъ печей. Въ Германіи онѣ однако употребляются очень рѣдко съ тѣхъ поръ, какъ научились коксовать угли, труднѣе спекающіеся и тѣмъ не менѣе дающіе очень прочный и плотный коксъ. Въ Великобританіи, и особенно въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ полученіе кокса еще не достигло такого совершенства, какъ въ Германіи, ульевыя печи пользуются и до сихъ поръ большимъ распространеніемъ.

Какъ только стало извѣстнымъ и было оцѣнено по достоинству то обстоятельство, что при достаточно высокой температурѣ можно получать коксъ прекраснаго качества изъ менѣе спекающихся углей, — всѣ усилія изобрѣтателей были направлены къ тому, чтобы построить коксовальныя печи, въ которыхъ получалась бы возможно высокая температура. Всѣ печи, удовлетворяющія этому условію, имѣютъ ту особенность, что коксованіе происходитъ въ нихъ въ относительно узкой, вертикально или горизонтально расположенной камерѣ, которая, подобно ретортѣ, нагрѣвается снаружи. Горючимъ служатъ при этомъ углеводороды, выдѣляющіеся изъ самаго угля и сжигаемые въ нагрѣвательныхъ каналахъ за счетъ кислорода воздуха, который подводится къ каналамъ снаружи. При цѣлесообразной конструкціи печей и хорошемъ управленіи ими, теплоты, развивающейся при сгараніи газовъ, не только достаточно для коксованія при высокой температурѣ, но получается еще нѣкоторый излишекъ теплоты, которою можно воспользоваться для отопленія паровыхъ котловъ или для какихъ-либо другихъ цѣлей. Въ новѣйшихъ печахъ коксованіе происходитъ совершенно безъ доступа воздуха. Благодаря этому обстоятельству, а также возможности вести коксованіе въ печахъ, развивающихъ высокую температуру, бѣдные газами, плохо спекающіеся угли, — повышается выходъ кокса.

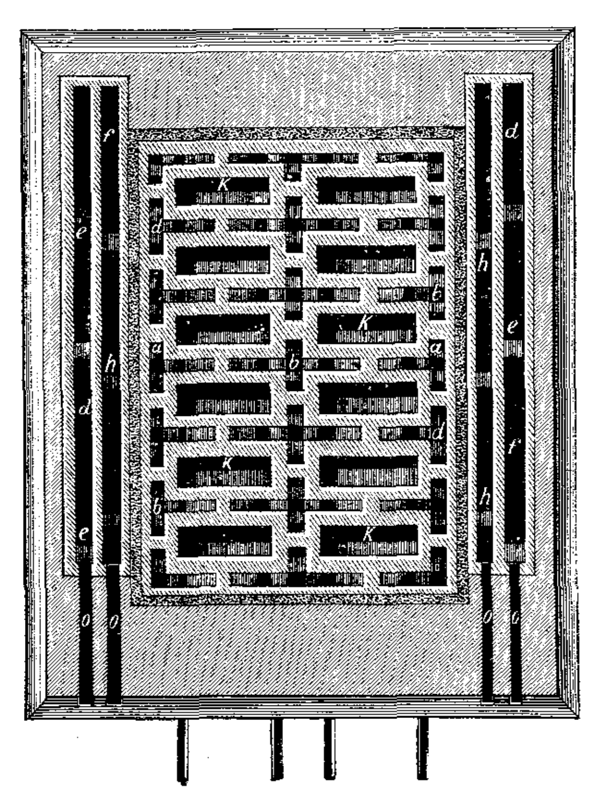


398. **Коксовальная печь Апольта.** Вертикальный разрѣзъ.

Камеры имѣютъ видъ вертикальной или горизонтальной призмы, причемъ ширина ихъ сообразуется со свойствомъ взятаго угля и дѣлается такою, чтобы теплота стѣнокъ свободно распространялась до средины камеры и

процессъ коксованія шелъ равномѣрно по всему пространству печи. При легко спекающихся угляхъ камеры могутъ быть болѣе широкими, при углѣ-же трудно спекающемся онѣ должны быть возможно узкими, чтобы получить горячій ходъ печи.

Обыкновенно соединяютъ большое количество отдѣльныхъ печей въ общемъ корпусѣ въ одну батарею. Такое расположеніе представляетъ большія удобства. Расходы по устройству печей уменьшаются, а работа по веденію коксованія упрощается. Загрузка отдѣльныхъ печей происходитъ обыкновенно въ такомъ порядкѣ, чтобы вновь нагружаемая печь находилась всегда между двумя такими, въ которыхъ коксованіе въ самомъ разгарѣ, такъ что переугливаніе въ ней начинается на счетъ теплоты, получаемой отъ обѣихъ этихъ печей.



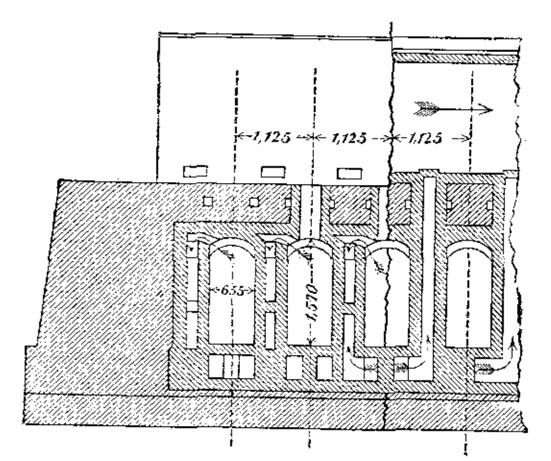
399. **Коксовальная печь Апольта.** Планъ.

Изъ печей съ вертикальными камерами получили большое распространеніе только печи Апольта. Въ общемъ кожухѣ изъ краснаго кирпича помѣщаются 12, а иногда даже 18 камеръ K (см. рис. 398 и 399) прямоугольнаго сѣченія, которыя закрываются снизу желѣзными откидными дверцами, а сверху крышками. Отдѣльно стоящія камеры кладутся изъ огнеупорнаго кирпича, а между собою и съ прочимъ кожухомъ связываются для большей устойчивости особыми кирпичами $a a$. Длинныя боковыя стѣны камеръ покоятся на желѣзныхъ балкахъ, задѣланныхъ обоими концами въ каменной кладкѣ и поддерживаемыхъ еще каменными сводами. Такимъ образомъ подъ каждымъ рядомъ камеръ получается ходъ въ высоту человѣческаго роста, черезъ который производится выгрузка печей. Открываютъ откидной подъ камеры, и коксъ скатывается по наклоннымъ плоскостямъ $n n$ въ находящіеся подъ ними вагончики, отвозится въ сторону и тушится водою; книзу камеры нѣсколько расширяются, что способствуетъ вываливанію изъ нихъ кокса. Послѣ наполненія печи свѣжимъ углемъ засыпное отверстіе закрывается крышкой, выложенной внутри шамотомъ, и перегонка начинается на счетъ теплоты, выдѣляемой сосѣдними камерами.

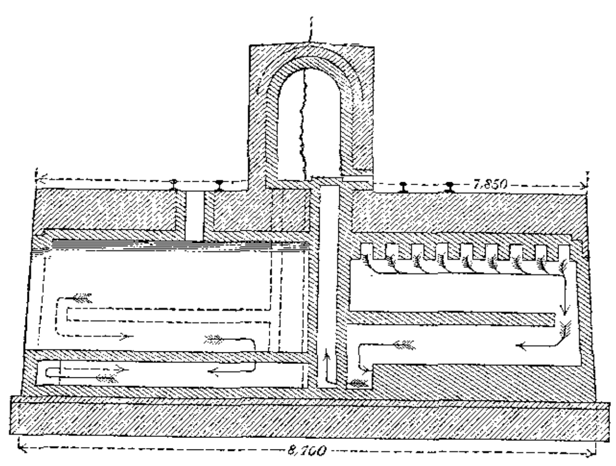
Образующіеся газы выходятъ изъ печей по щелямъ SS, расположеннымъ въ нѣсколько рядовъ надъ подомъ камеръ и сожигаются воздухомъ, который притекаетъ снизу черезъ отверстія $O O$, а частью также чрезъ боковыя отверстія въ наружной кладкѣ. Обошедши камеры, продукты горѣнія проходятъ по тремъ вертикальнымъ каналамъ e и h въ горизонтальные каналы d и f, а оттуда въ двѣ дымовыя трубы EE. Тяга регулируется заслонками $g g$.

Печи Апольта имѣютъ очень большую нагрѣвательную поверхность по отношенію къ объему камеры; уголь получаетъ теплоту со всѣхъ четырехъ стѣнокъ камеры, благодаря чему достигается очень высокая температура. Уголь коксуется подъ собственнымъ значительнымъ давленіемъ столба сырого угля около 5 м. высотою, что дѣлаетъ эти печи пригодными для коксованія плохо спекающихся каменныхъ углей. Стоимость сравнительно съ лежачими печами очень велика, и при ремонтѣ одной камеры приходится останавливать всю батарею печей, что влечетъ за собой затрудненія и разстройства въ работѣ. Въ Вестфаліи эти печи не имѣютъ широкаго распространенія, но часто встрѣчаются въ Бельгіи и въ отдѣльныхъ случаяхъ въ Верхней Силезіи.

Старѣйшія печи съ горизонтально-лежащими камерами были построены Гальди; Смэ ввелъ нѣкоторыя измѣненія въ эту конструкцію. Всего нѣсколько лѣтъ тому назадъ печи Смэ принадлежали къ числу самыхъ распространенныхъ. Рис. 400 и 401 показываютъ устройство печей этой системы. Газы выходятъ въ направленіи, показанномъ стрѣлками, изъ отверстій, находящихся слѣва у пятъ свода камеръ. Нагрѣвательный каналъ раздѣленъ перегородкой на двѣ части; въ верхней — продукты горѣнія движутся по направленію къ дверцамъ, находящимся на обоихъ концахъ печи; здѣсь они мѣняютъ свое направленіе, возвращаются къ срединѣ печи и проходятъ затѣмъ въ каналъ, расположенный подъ подомъ печи, также раздѣленный перегородкой. Здѣсь, какъ и раньше, они идутъ сперва къ концамъ камеры, возвращаются опять къ срединѣ печи и уходятъ чрезъ два вертикальные канала въ расположенный надъ печью дымоходъ, а оттуда въ дымовую трубу. При вмѣстимости печи въ 2500 кгр. коксованіе продолжается обыкновенно 24 часа; коксъ получается плотный и выходъ кокса удовлетворительный. Дверцы, какъ во всѣхъ лежачихъ коксовыхъ печахъ, сдѣланы изъ чугуна и для предохраненія отъ дѣйствія жара выложены со внутренней стороны шамотовой футеровкой, а для лучшаго удержанія этой послѣдней снабжены со стороны обращенной во внутрь печи закромками.



400. Поперечный разрѣзъ.



401. Продольный разрѣзъ.

400 и 401. **Коксовальная печь Смэ.**

щели замазываются во время работы глиною: въ верхней половинѣ дверецъ сдѣланы два отверстія для наблюденія, чрезъ которыя при началѣ выдѣленія газовъ можетъ впускаться въ печь воздухъ, для того чтобы достигнуть полнаго горѣнія.

Первая печь, имѣвшая вертикальные каналы между камерами, была печь Франсуа-Рексрота; она была усовершенствована Коппс, а позже Отто и съ семидесятыхъ годовъ получила большое распространеніе въ Германіи, именно въ Рурскомъ бассейнѣ, гдѣ громадное большинство печей сконструированы по этому типу. Нашъ чертежъ представляетъ батарею новѣйшихъ печей Коппе-Отто, дѣйствующихъ на Нижнерейнскомъ заводѣ въ Дюйсбургѣ Газы выходятъ изъ печи *a* чрезъ большое число отверстій, расположенныхъ чрезъ равные промежутки по одной сторонѣ печи у ея свода. Черезъ эти отверстія газы поступаютъ въ вертикальные каналы, а отсюда въ каналъ *b*, находящійся подъ подомъ печи. Тутъ они смѣшиваются съ газами изъ сосѣдней печи *a* и идутъ по направленію къ другой сторонѣ печи. Дойдя до пода, газы измѣняютъ свое направленіе и проходятъ подъ подомъ печи *a*, нагрѣваютъ его и идутъ къ задней, машинной сторонѣ печи; далѣе они поступаютъ по боровамъ въ дымоходъ *F*, а изъ него или въ дымовую трубу, или же подъ паровые котлы, которымъ и отдаютъ свою теплоту. Отверстіе *r* въ каналѣ *b* подъ первою печью закрыто огнеупорнымъ кирпичемъ и открывается только въ томъ случаѣ, когда вслѣдствіе какихъ-нибудь неполадокъ газы не должны итти подъ вторую печь *a*: само собою разумѣется, что тогда нужно закрыть каналы *c, c, c* у коксовой стороны, соединяющіе каналы подъ подомъ обѣихъ печей.

Соединеніе газовъ двухъ печей устраняетъ неудобства, присущія печамъ системы Смэ, а также и всѣмъ прочимъ печамъ, въ которыхъ каждая камера нагрѣвается своими собственными газами; въ послѣднемъ случаѣ при началѣ коксованія происходитъ обильное выдѣленіе газовъ, требующихъ большого количества воздуха для своего сожиганія, въ концѣ же процесса газовъ выдѣляется меньше и получается большой избытокъ воздуха, производящій охлажденіе печи.

При парныхъ печахъ работа идетъ такимъ образомъ, что рядомъ лежащія камеры загружаются попеременно; вслѣдствіе этого излишекъ воздуха въ газахъ одной печи служитъ для полнаго сожиганія газовъ другой. Воздухъ въ этихъ печахъ поступаетъ чрезъ вертикальные каналы (на чертежѣ не видны), а притокъ воздуха регулируется задвижками. Узкія, очень длинныя камеры, хорошее распредѣленіе и цѣлесообразное направленіе газовъ, а также сравнительно очень короткій путь, проходимый продуктами горѣнія,— все это въ связи съ малой толщиною стѣнъ (тѣмъ не менѣе все зданіе вслѣдствіе особой конструкціи обладаетъ очень большою устойчивостью) — позволяетъ подвергать коксованію угли, очень плохо спекающіеся, но дающіе большой выходъ кокса, коксъ получается все-таки прекраснаго качества.

Рис. 402 и 403 изображаютъ машину для выталкиванія кокса фирмы Гейтцмана и Дрейера въ Бохумѣ.

Получающіеся при коксованіи каменнаго угля газообразные продукты перегонки состоятъ, главнѣйше, изъ углеводорода, метана, водорода и окиси углерода, т. е. они имѣютъ тотъ же составъ, что и свѣтильный газъ. Но подобно послѣднему они содержатъ еще цѣнныя составныя части: смолу, амміакъ и бензолъ, которые давно уже получаются попутно при производствѣ свѣтильнаго газа и составляютъ не маловажную статью дохода для нашихъ газовыхъ фабрикъ. Естественно, что съ давнихъ поръ старанія изобрѣтателей были направлены къ тому, чтобы получить эти побочные продукты и при коксовомъ производствѣ; но вначалѣ всѣ эти попытки терпѣли неудачу, такъ какъ въ печахъ, построенныхъ съ этою цѣлью, коксъ

Задвижка

Машина

Продольный разрѣзъ

Разрѣзъ черезъ дымовую трубу

Коксовая печь системы Копэ-Отто.

Задвижка

Рельсы для выталкивателя

K K K K K K K K

Планъ

Поперечный разрѣзъ

Холодн. возд.

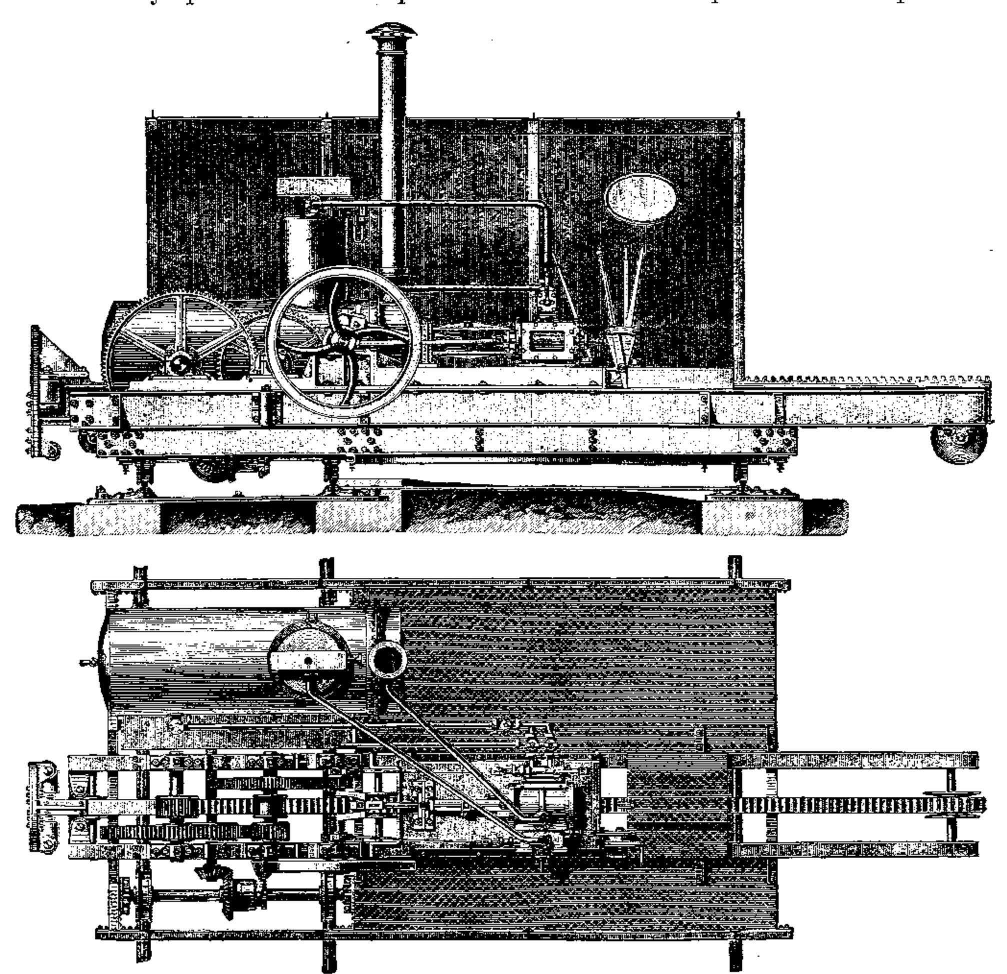
Холодн. возд.

Каналъ для охлажденія

Батарея коксовыхъ печей системы Копэ-Отто.

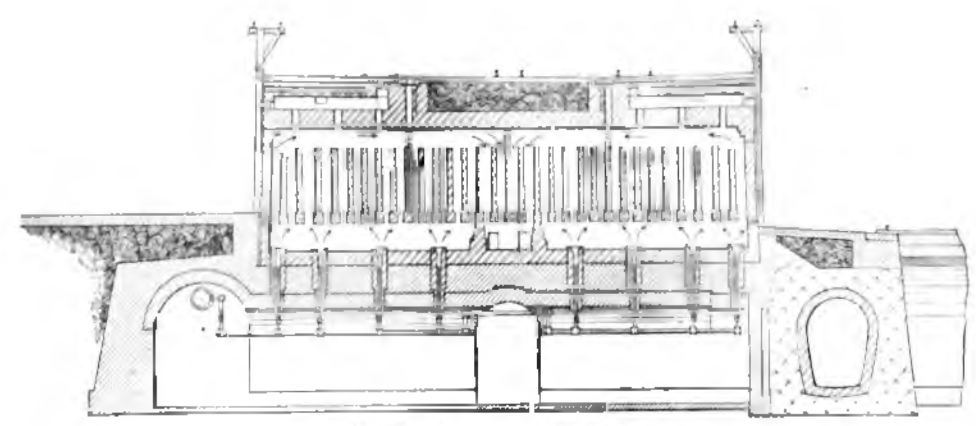
получался плохого качества. Только въ послѣднее десятилѣтіе въ Германіи фирмѣ д-ра К. Отто въ Дальгаузенѣ на Рурѣ удалось изобрѣсти особую конструкцію печей, которая позволяетъ получать побочные продукты, — смолу, аммiакъ и бензолъ, и въ то же время даетъ хорошій коксъ, удовлетворяющій самымъ строгимъ требованіямъ.

Очень распространенная въ Германіи печь Отто имѣетъ нѣкоторыя уклоненія въ устройствѣ отъ изображенной на нашемъ чертежѣ. Газообразные

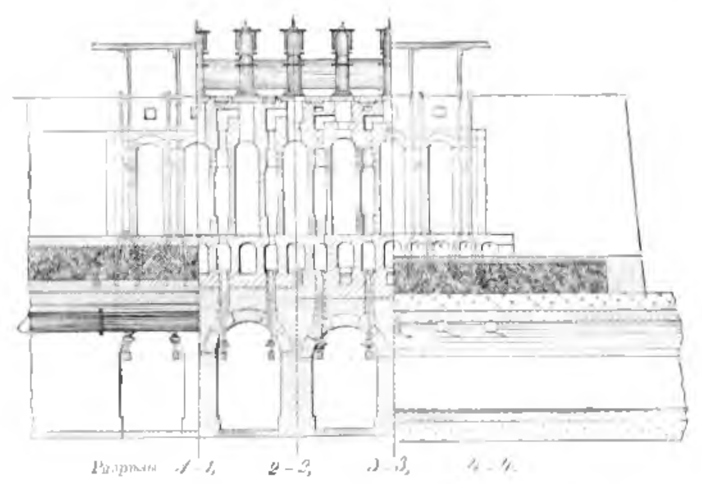


402—403. **Машина для выталкиванія кокса фирмы Гейтцманъ и Дрейеръ въ Бохумѣ.**

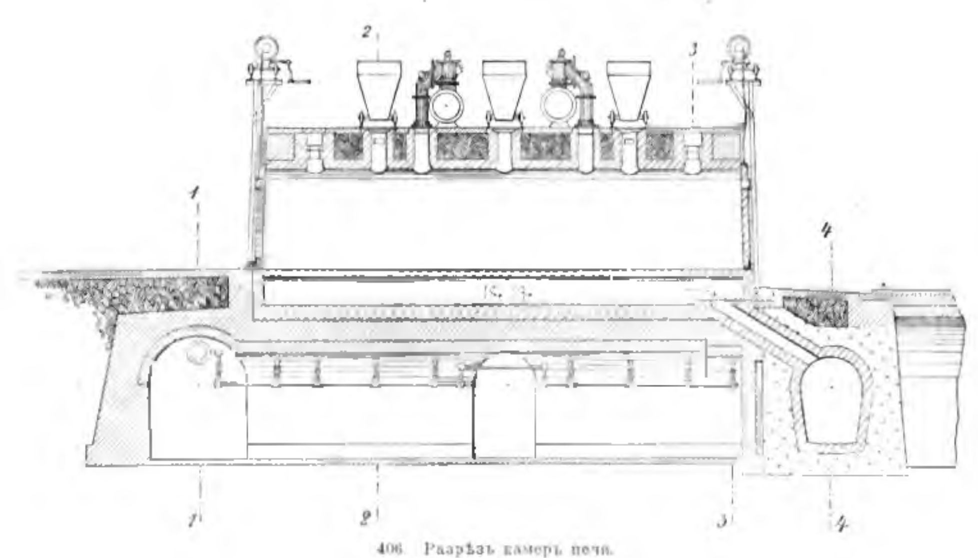
продукты перегонки не прямо поступаютъ въ нагрѣвательные каналы, а поднимаются по трубамъ въ два пріемника, идущіе надъ всею системою печей; уже здѣсь осаждается большое количество смолы. Во время загрузки или ремонта можно каждую печь при помощи клапана разобщить съ пріемниками, чтобы туда не могъ попасть воздухъ. Изъ пріемниковъ газы высасываются сильнымъ вентиляторомъ и направляются по системѣ трубъ къ очистительнымъ приборамъ; пройдя чрезъ нихъ, они достигаютъ газометра, а отсюда отводятся обратно къ печамъ. Подобная печь фирмы д-ра К. Отто въ Дальгаузенѣ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ изображена на рис. 404—406. Газы подводятся къ печи по трубѣ, расположенной въ ка-



404. Разрѣзъ черезъ стѣнки печи.

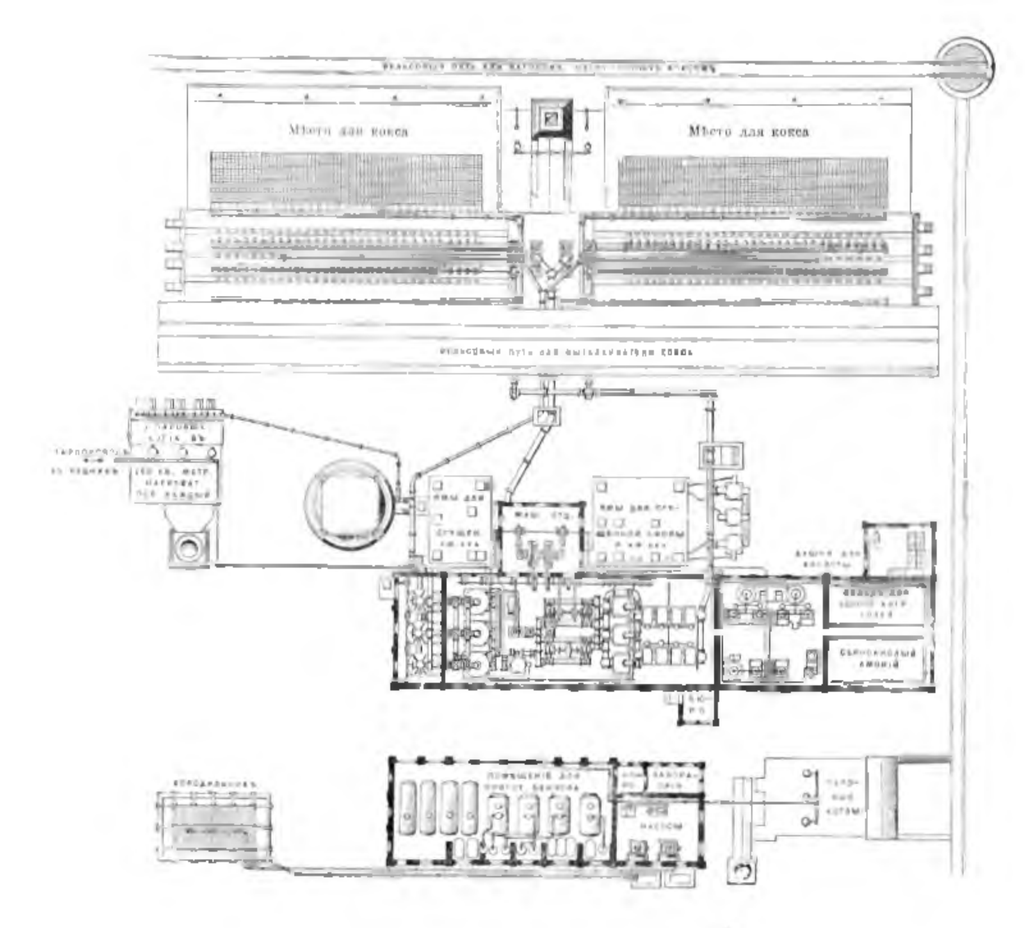


405. Разрѣзы 1–1, 2–2, 3–3, 4–4.



406. Разрѣзъ камеръ печи.

404–406. **Коксовальная печь съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ системы д-ра Отто.**



60 коксовыхъ печей системы Отто-Гоффмана съ улавливаніемъ аміачныхъ солей и другихъ летучихъ продуктовъ Копь Константинъ Великій близъ Бохума.

Т-во „Просвѣщеніе" въ Спб.

Видъ конденсаціонныхъ приборовъ при коксовыхъ печахъ системы Отто-Гоффмана на Копи Константинъ Великій близъ Бохума.

налѣ подъ печью; отсюда газы по сопламъ поступаютъ уже въ сожигательные каналы. Фундаментныя стѣны идутъ параллельно отъ печи и перекрыты подъ каждыми двумя печами общимъ сводомъ.

Проходы въ фундаментѣ устраиваются такой высоты, чтобы ихъ удобно было осматривать служащимъ. Въ этихъ проходахъ находятся газовыя трубы, сообщающіяся соплами съ каналами для сожиганія газовъ; каждая труба служитъ приблизительно для четырехъ каналовъ. Въ каждомъ соплѣ имѣются отверстія подобно бунзеновской горѣлкѣ, чрезъ которыя всасывается необходимый для горѣнія воздухъ, подобно тому какъ это дѣлается въ инжекторѣ. Отдавъ большую часть своей теплоты въ нагрѣвательныхъ каналахъ, газы уходятъ по общему дымоходу въ дымовую трубу.

Улавливаніе побочныхъ продуктовъ происходитъ слѣдующимъ образомъ. Образующіеся при коксованіи газы сначала охлаждаются; охлажденіе начинается въ довольно длинныхъ газопроводахъ, благодаря охлаждающему дѣйствію наружнаго воздуха. Окончательное охлажденіе происходитъ въ трубахъ, охлаждаемыхъ снаружи водою. Благодаря охлажденію, изъ газовъ выдѣляется смола, которая собирается въ пріемникахъ и оттуда поступаетъ для дальнѣйшей переработки на химическіе заводы и т. д. Послѣ выдѣленія смолы происходитъ улавливаніе амміака. Газы проводятся въ особые аппараты, гдѣ они, раздѣляясь на возможно большое количество струй, проходятъ чрезъ воду, при чемъ амміакъ растворяется въ водѣ. Для того, чтобы газы прошли чрезъ колонну съ водою, передъ этими, такъ называемыми, промывателями поставлены вентиляторы, которые высасываютъ газы изъ печей и заставляютъ ихъ дѣлать нѣсколько изгибовъ въ колоннѣ небольшой высоты. Амміачная вода также собирается въ пріемникѣ, лежащемъ на нѣкоторой высотѣ, и отводится въ приборы для полученія амміака. Если желаютъ получить еще бензолъ, то газы изъ промывателей проводятъ чрезъ другой рядъ такихъ же приборовъ, въ которыхъ растворителемъ для бензола служатъ смолистыя масла. Насыщенныя бензоломъ масла подвергаются перегонкѣ въ большихъ перегонныхъ кубахъ, при чемъ бензолъ отгоняется, а масло остается и можетъ снова итти въ дѣло. Полученный бензолъ подвергается на химическихъ заводахъ дальнѣйшей переработкѣ.

Подобное устройство изображено на прилагаемомъ чертежѣ. Верхній рисунокъ представляетъ планъ устройства; здѣсь сверху представлены двѣ батареи коксовыхъ печей, по 30 рабочихъ камеръ каждая. Продукты горѣнія изъ камеръ уходятъ въ находящуюся по срединѣ общую трубу. Надъ обѣими батареями расположены въ два ряда пріемники; по нимъ газы проходятъ въ общую, идущую справа трубу, проходятъ черезъ три очистителя отъ угольной пыли, а затѣмъ подвергаются охлажденію до 20° Ц. въ расположенныхъ внутри зданія восьми холодильникахъ прямоугольнаго сѣченія. Холодильники расположены въ два ряда, по четыре въ каждомъ. Они представляютъ собою ящики изъ листового желѣза высотою около 7 м., имѣющіе на разстояніи 0,5 м. отъ обоихъ основаній горизонтальныя перегородки; въ пространствѣ, заключенномъ между этими перегородками, проходятъ около 100 вертикальныхъ трубокъ. Сверху ящики открыты, а снизу закрыты вторымъ днищемъ. Пространство надъ верхнею перегородкою раздѣлено вертикальною стѣнкою на двѣ части; въ одну половину притекаетъ холодная вода, спускается по одной части трубокъ на дно, переходитъ внизу во вторую часть трубокъ, поднимается по нимъ опять кверху и уходитъ въ слѣдующій холодильникъ. Газы входятъ во внутреннее пространство перваго холодильника и проходятъ послѣдовательно чрезъ каждые четыре холодильника батареи, достаточно охлаждаясь; при этомъ, благодаря соприкосновенію съ наполненными водою холодильниками, слѣдуютъ три промывателя такъ же квадратнаго сѣченія. Эти промыватели раздѣлены поперечной перегородкой,

въ которую вдѣлано нѣсколько трубокъ, погруженныхъ концами въ промывающую жидкость. Газы, поступающіе въ верхнюю часть холодильника, всасываются вентиляторами, расположенными за промывателями, въ нижнюю часть послѣднихъ, причемъ они проходятъ чрезъ жидкость. Пройдя чрезъ вентиляторы, расположенные въ срединѣ зданія, газы нагрѣваются, почему ихъ охлаждаютъ въ новомъ холодильникѣ. Затѣмъ газы проходятъ въ три промывателя, расположенные въ одинъ рядъ; конструкція этихъ приборовъ такова, что въ нихъ газы должны по нѣскольку разъ пройти черезъ слой жидкости, растворяющей амміакъ. Изъ амміачныхъ промывателей газы переходятъ въ такого же устройства промыватели для извлеченія бензола, причемъ растворителемъ служатъ, какъ это уже было указано выше, легкія смолистыя масла. Наконецъ газъ поступаетъ въ газометръ, находящійся между печами и зданіемъ, откуда идетъ къ печамъ и частью для отопленія трехъ паровыхъ котловъ.

Нижняя часть чертежа представляетъ бензоловый заводъ съ относящимися къ нему устройствами.

На рисункѣ стр. 430 представлено нѣсколько вертикальныхъ разрѣзовъ зданія. Слѣва наверху видѣнъ послѣдній холодильникъ съ тремя промывателями для амміака; направо вверху можно видѣть трубчатые холодильники, на противоположной сторонѣ помѣщается машина. Нижній рисунокъ представляетъ продольный разрѣзъ зданія; справа находятся четыре трубчатыхъ холодильника, затѣмъ предварительный очиститель, два вентилятора, заключительный охладитель, промыватель для амміака и въ сосѣднемъ зданіи промыватель для бензола.

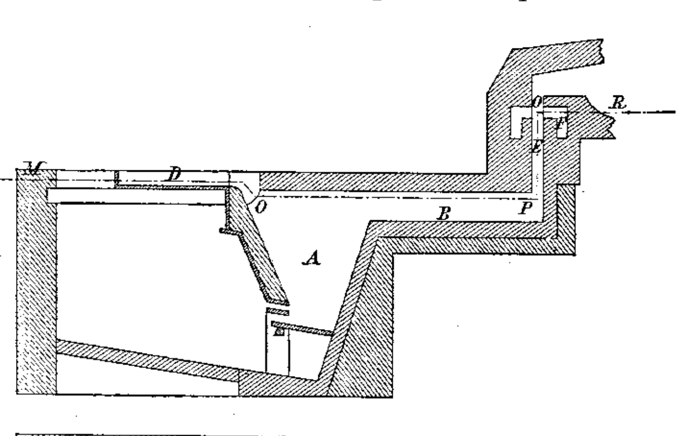
Газообразные горючіе матеріалы. Уже очень давно пользуются для домашняго обихода и для промышленныхъ цѣлей естественными газами, выдѣляющимися изъ нѣдръ земли. Подобно жидкимъ углеводородамъ и газообразные углеводороды встрѣчаются въ различныхъ мѣстахъ земного шара, но особенно много ихъ выдѣляется въ Пенсильваніи; здѣсь, въ городахъ Питтебургѣ и Аллегани, газообразнымъ горючимъ матеріаломъ снабжается громадное количество заводовъ, фабрикъ и жилыхъ помѣщеній, а величина ежегодной прибыли отъ добычи газа доходитъ до нѣсколькихъ милліоновъ марокъ.

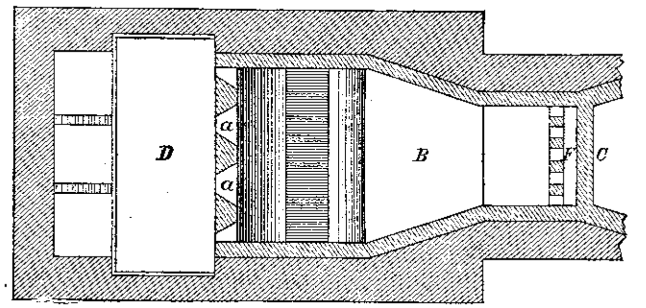
Впервые искусственные горючіе газы были получены въ домнахъ, изъ колошника которыхъ выдѣляется газъ, богатый окисью углерода. Загораясь на воздухѣ, газъ этотъ сгаралъ, не принося существенной пользы. Получающимся пламенемъ пользовались только для сушки литейныхъ формъ, которыя ставились вокругъ колошника, и для другихъ побочныхъ цѣлей. Благодаря стараніямъ Фабръ-Дю-Фора, въ тридцатыхъ годахъ настоящаго столѣтія получили всеобщее примѣненіе такъ называемыя газовыя топки, въ которыхъ искусственно получаются, путемъ неполнаго горѣнія въ особыхъ приборахъ, называемыхъ генераторами, горючіе газы. Газы эти отводятся по трубамъ въ топки и сожигаются въ нихъ для нагрѣванія различныхъ приборовъ. Начиная съ этого времени, растетъ значеніе газовыхъ топокъ для всей вообще промышленности и особенно для металлургическихъ заводовъ.

Газъ вмѣсто твердаго горючаго матеріала является весьма выгоднымъ при непрерывномъ производствѣ, что обусловливается слѣдующими соображеніями. Для полученія полнаго горѣнія требуется по возможности болѣе тѣсное смѣшеніе воздуха съ горючимъ матеріаломъ. Достигнуть этого условія при твердомъ горючемъ гораздо труднѣе, чѣмъ при газообразномъ, и для полученія полнаго горѣнія требуется въ первомъ случаѣ двойное количество воздуха противъ теоретически необходимаго для горѣнія, тогда какъ при газообразномъ горючемъ достаточно лишь небольшого избытка воздуха. Такъ какъ далѣе всякій избытокъ воздуха понижаетъ температуру горѣнія и увеличиваетъ потерю теплоты вслѣдствіе возрастанія количества газовъ, улетающихъ изъ печи при сравнительно высокой температурѣ, то отсюда

ясно, что при употребленіи газообразнаго горючаго достигается большее пирометрическое дѣйствіе печей.

Далѣе въ газовыхъ топкахъ подогрѣваніе воздуха и газа даетъ удобное средство для значительнаго повышенія температуры горѣнія, что, въ свою очередь, способствуетъ лучшей передачѣ теплоты нагрѣваемымъ тѣламъ и слѣдовательно лучшему использованію горючаго. Для полученія газа можно употреблять дешевые горючіе матеріалы, низшаго качества, которые во многихъ случаяхъ вслѣдствіе большого содержанія золы и влаги не пригодны для достиженія высокихъ температуръ. Наконецъ газъ можно освободить отъ большей части содержащейся въ немъ влаги, и тогда изъ горючаго матеріала плохого качества получается горючій газъ съ высокою теплопроизводительною способностью. Всѣ эти обстоятельства повели къ тому, что газовыя топки получили большое распространеніе въ заводскомъ дѣлѣ





407. **Генераторъ Бишеру.**

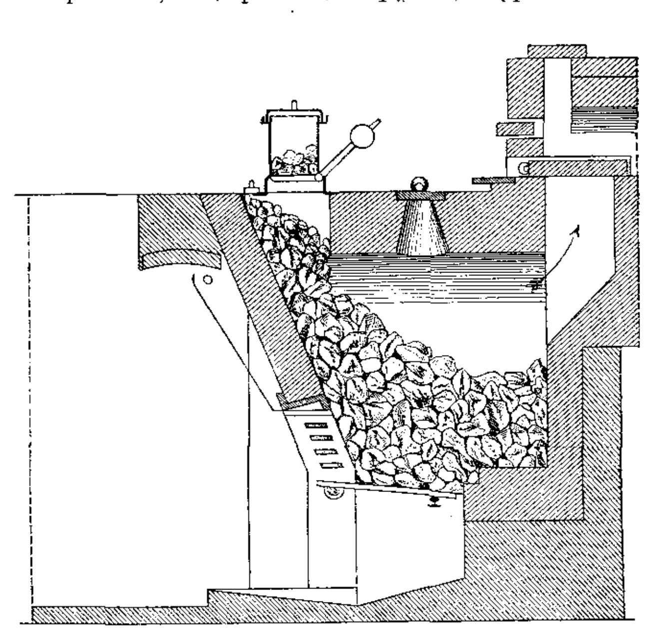
Выше было уже упомянуто, что во многихъ мѣстахъ земного шара для заводскаго дѣла пользуются естественными горючими газами; еще чаще для различныхъ цѣлей, особенно для отопленія паровыхъ котловъ, примѣняются газы, получающіеся, какъ побочные продукты при другихъ производствахъ, какъ напримѣръ при доменномъ, коксовомъ и др.

Изъ газовъ, получающихся въ спеціально для этой цѣли служащихъ приборахъ, чаще всего пользуются генераторнымъ газомъ; онъ получается путемъ неполнаго сожиганія твердыхъ горючихъ матеріаловъ. Изъ горючихъ составныхъ частей генераторный газъ содержитъ, главнѣйше, окись углерода; но кромѣ того въ немъ находится весь тотъ азотъ, который заключался въ воздухѣ, необходимомъ для неполнаго горѣнія. Если воспользоваться для полученія газа обугленнымъ горючимъ матеріаломъ, не содержащимъ болѣе летучихъ веществъ и если допустить, что образованія углекислоты не происходило, то газъ состоялъ бы только изъ окиси углерода и изъ азота.

Эти условія въ дѣйствительности никогда не соблюдаются. Всѣ обугленные горючіе матеріалы содержатъ всегда еще нѣкоторое количество водорода и азота; необходимый для горѣнія воздухъ содержитъ водяной паръ, который въ соприкосновеніи съ раскаленнымъ углемъ разлагается и даетъ водородъ и окись углерода. Далѣе никогда нельзя совершенно избѣгнуть

образованія небольшихъ количествъ углекислоты рядомъ съ окисью углерода. Образованію углекислоты способствуетъ высокая температура въ генераторѣ, большой слой горючаго и малая его плотность. Притекающій воздухъ сперва образуетъ съ горючимъ матеріаломъ углекислоту, которая затѣмъ, проходя черезъ вышележащіе слои горючаго, возстановляется углеродомъ въ окись углерода.

Для полученія генераторнаго газа только въ исключительныхъ случаяхъ пользуются обугленными горючими матеріалами, — именно тамъ, гдѣ они являются побочными продуктами при другихъ производствахъ. Гораздо выгоднѣе пользоваться для полученія генераторнаго газа сырыми горючими матеріалами, — деревомъ, торфомъ, бурымъ и каменнымъ углемъ. При этомъ всѣ горючіе газы, которые выдѣляются при разложеніи сырыхъ горючихъ матеріаловъ, смѣшиваются съ генераторнымъ газомъ и этимъ самымъ замѣтно повышаютъ его теплопроизводительную способность. Такой газъ имѣетъ болѣе цѣнности, чѣмъ газъ, полученный изъ обугленныхъ горючихъ матеріаловъ, потому что въ первомъ случаѣ содержаніе азота меньше, а содержаніе горючихъ веществъ больше, чѣмъ во второмъ.



403. Генераторъ Понсара.

При образованіи такого генераторнаго газа нужно различать два совершенно разныхъ процесса: сырые горючіе матеріалы подвергаются сперва сухой перегонкѣ, т. е. изъ нихъ выдѣляются летучія вещества и остается углеродъ; по окончаніи этого процесса оставшійся углеродъ дѣйствіемъ поднимающейся вверхъ *углекислоты окисляется* въ окись углерода.

Если въ генераторъ впускать съ воздухомъ водяной паръ, то измѣняется и составъ получающагося газа, все равно — былъ ли употребленъ при этомъ обугленный горючій матеріалъ или необугленный. Какъ выше упомянуто, водяной паръ разлагается на водородъ и окись углерода, такъ что количество горючихъ составныхъ частей увеличивается, между тѣмъ какъ азота не прибавляется. Однако на разложеніе водяного пара тратится теплота, благодаря чему температура въ генераторѣ понижается; получающійся газъ содержитъ больше углекислоты, газъ, слѣдовательно, ухудшается по своимъ качествамъ. Это пониженіе температуры происходитъ легче, если генераторъ загружается сырымъ горючимъ, такъ какъ на разложеніе послѣдняго также затрачивается извѣстное количество теплоты. Большое количество водяного пара впускаютъ въ генераторъ только тогда, когда для полученія газа примѣняютъ антрацитъ, или обугленные горючіе матеріалы, напримѣръ, коксъ. Получающійся газъ назы-

вается обыкновенно смѣшаннымъ газомъ; имъ пользуются главнымъ образомъ для газомоторовъ.

Одинъ изъ самыхъ простыхъ генераторовъ есть генераторъ Бишеру (см. рис. 407), появившійся въ срединѣ семидесятыхъ годовъ. Генераторъ состоитъ изъ засыпной воронки *A*; уголь, лежащій на плитѣ *D*, проваливается въ воронку чрезъ небольшія отверстія *a*. Отверстія эти закрываются насыпаннымъ надъ ними углемъ. Подъ генератора состоитъ изъ наклонной рѣшетки. Получающійся въ приборѣ газъ идетъ по горизонтальному каналу *B* и вертикальному *E*, въ верхнюю часть котораго открывается рядъ маленькихъ отверстій *F*; чрезъ нихъ поступаетъ въ тотъ же каналъ воздухъ, предварительно нагрѣтый въ каналахъ стѣнной кладки печи. Получившееся пламя стелется надъ печнымъ пространствомъ *C*, не находящимся на рисункѣ.

Слѣдующій генераторъ — Понсара — изображенъ на рис. 408; устройство его понятно изъ чертежа.

Очень распространенный групповой генераторъ Сименса представленъ на рис. 409. Шахта генератора *S* съ боковъ и съ задней стороны ограничена вертикальными стѣнками, а спереди желѣзною наклонною плитою *E*, выложенною огнеупорнымъ кирпичемъ; послѣдняя оканчивается ступеньчатыми колосниками, а въ основаніи находится горизонтальная рѣшетка *P*. Сверху генераторъ перекрытъ плоскимъ сводомъ, въ которомъ находятся четыре засыпныхъ отверстія. Каналъ для выхода газовъ обозначенъ буквою *A*; заслонкою *b* можно сужать его сѣченіе или даже совсѣмъ закрыть каналъ. Эти каналы для каждыхъ четырехъ генераторовъ, находящихся въ одномъ корпусѣ, соединяются въ одинъ общій каналъ *d*, и газы по этому послѣднему идутъ къ печи. Четыре отверстія *c* служатъ, кромѣ загрузки, также для проламыванія плотно спекшейся массы угля и для разбиванія могущихъ случиться на стѣнахъ настылей. Газъ вскорѣ послѣ загрузки имѣетъ другой составъ, чѣмъ по окончаніи сухой перегонки; поэтому всегда соединяютъ въ одну группу по крайней мѣрѣ четыре генератора и, попеременно загружая ихъ, получаютъ равномѣрный составъ газа. Въ газопроводѣ отъ генератора къ печи газъ успѣваетъ настолько охладиться, что на этомъ пути осаждается бо̀льшая часть смолы и водяного пара; газъ получается сухой, и не бываетъ засореній въ подогрѣвателяхъ для воздуха и газа, такъ называемыхъ регенераторахъ. Съ другой стороны однако теряется теплота, которую уносятъ изъ генератора пары воды и смолы.

409. Генераторъ Сименса.

Огнеупорные матеріалы для постройки печей.

Печи, въ которыхъ ведутся металлургическіе процессы, состоятъ изъ такъ называемой внутренней одежды, которая и образуетъ собственно печь, и окружающей ее наружной кладки или кожуха печи.

Только внутренняя одежда подвергается непосредственно дѣйствію развивающейся въ печи высокой температуры и химическому дѣйствію расплавляемыхъ въ ней веществъ. Матеріалы, которые не измѣняютъ своей формы ни отъ высокой температуры, ни отъ химическихъ воздѣйствій, мы называемъ огнеупорными. Очевидно, что одинъ и тотъ же матеріалъ, въ одномъ случаѣ вполнѣ удовлетворяющій этимъ условіямъ, можетъ оказаться совершенно непригоднымъ въ другихъ случаяхъ, такъ какъ температура, при которой ведутся различные заводскіе процессы, различна, какъ различны и происходящіе въ печи химическіе процессы, дѣйствію которыхъ подвергаются кирпичи внутренней кладки. Понятіе объ огнеупорности, слѣдовательно, непостоянно: одинъ и тотъ же матеріалъ не можетъ считаться во всѣхъ случаяхъ огнеупорнымъ; составъ его долженъ соотвѣтствовать свойствамъ даннаго заводскаго процесса.

Къ наружной одеждѣ такихъ широкихъ требованій не предъявляютъ: она должна только придать печи устойчивость и, слѣдовательно, должна удовлетворять исключительно требованіямъ прочности. Прежде наружная одежда имѣла еще цѣлью снабдить печь плохимъ проводникомъ тепла, чтобы предохранить печь отъ потери теплоты. Въ новѣйшее время, благодаря предварительному нагрѣванію воздуха, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ кромѣ того и нагрѣванію газообразнаго горючаго, въ печахъ получаютъ значительно болѣе высокія температуры, чѣмъ прежде, а потому мало придаютъ значенія задерживанію теплоты. Напротивъ, для того, чтобы внутренняя одежда сохранила свою прочность болѣе продолжительное время, ее охлаждаютъ наружнымъ воздухомъ, и, что еще лучше, водою. Тутъ наружная одежда совершенно отпадаетъ, и прочность придается печи желѣзнымъ кожухомъ, желѣзными плитами или даже только охватывающими печь желѣзными кольцами. Эти части печи называются ея арматурой.

Къ огнеупорнымъ матеріаламъ относятся прежде всего глины; этимъ именемъ называютъ водные силикаты глинозема перемѣннаго состава, содержащіе въ качествѣ обыкновенныхъ примѣсей бо́льшее или меньшее количество кварцеваго песку или же обломки другихъ минераловъ. Чистый силикатъ глинозема обладаетъ наивысшею огнеупорностью, очень жиренъ на ощупь и очень пластиченъ. Поэтому глины, не содержащія кварца, называютъ жирными, а богатыя содержаніемъ кварца — тощими глинами. Кромѣ кварцеваго песка въ качествѣ примѣсей въ глинахъ встрѣчаются: щелочи, щелочныя земли, окись желѣза, которыя сильно понижаютъ огнеупорность глинъ, такъ что глина съ большимъ процентнымъ содержаніемъ этихъ примѣсей не можетъ уже считаться огнеупорною.

При разсмотрѣніи глинъ нельзя руководствоваться однимъ только химическимъ составомъ ихъ; нужно имѣть въ виду еще ихъ механическія свойства. Если свободный кремнеземъ находится въ глинѣ въ видѣ маленькихъ зеренъ, то глина менѣе огнеупорна, нежели въ томъ случаѣ, если то же количество кремнезема вкраплено въ массу глины въ видѣ большихъ зеренъ. Самое вѣрное сужденіе о качествѣ глины и объ отношеніи ея къ упомянутымъ выше условіямъ даетъ непосредственное сравненіе ея съ другими глинами, свойства которыхъ уже извѣстны. Чтобы облегчить это сравненіе, установили семь такъ называемыхъ нормальныхъ глинъ изъ наиболѣе извѣстныхъ мѣсторожденій; онѣ даютъ всѣ степени огнеупорности, что дѣлаетъ возможнымъ опредѣленіе огнеупорности и свойствъ данной глины.

При обжиганіи глины теряютъ свою пластичность; при высушиваніи онѣ сжимаются — даютъ усадку, — жирныя глины — больше, чѣмъ тощія. Если хотятъ избѣгнуть введенія въ глину кварца, чтобы парализовать ея способность къ усадкѣ, то можно достигнуть послѣдняго, прибавляя уже ранѣе обожженную глину, такъ называемый шамотъ, которая не обладаетъ бо-

лѣе пластичностью и не даетъ усадки. Такіе кирпичи, въ которыхъ шамотъ служитъ для уменьшенія усадки массы, называются шамотными кирпичами.

Слѣдующимъ важнымъ огнеупорнымъ матеріаломъ является кремнеземъ; въ природѣ онъ встрѣчается въ видѣ кристалловъ, кристаллическихъ породъ и въ аморфномъ состояніи. Эти минералы и горныя породы, смотря по ихъ чистотѣ и сложенію, носятъ названіе кварца, кварцита, кварцитоваго сланца, кремнистаго сланца и т. д. Всѣ эти матеріалы не растрескиваются въ жару и вслѣдствіе своей твердости только съ большимъ трудомъ подвергаются обработкѣ. Ихъ измельчаютъ, смѣшиваютъ съ связующимъ веществомъ, обыкновенно съ обожженною известью, формуютъ кирпичи изъ этой смѣси и обжигаютъ ихъ.

Углеродъ въ видѣ графита или кокса также служитъ огнеупорнымъ матеріаломъ. Графитъ смѣшивается съ глиной, и изъ этой смѣси приготовляютъ обыкновенно плавильные тигли. Коксъ измельчается въ порошокъ, смѣшивается съ безводною глиной и формуется въ кирпичи, которые идутъ для устройства лещади и горна доменныхъ печей.

Въ послѣднія десятилѣтія, благодаря введенію въ желѣзную промышленность Томасовскаго процесса, въ ряду огнеупорныхъ матеріаловъ заняли мѣсто обожженный доломитъ и обожженный магнезитъ. Доломитъ представляетъ горную породу, состоящую изъ углекислаго кальція и углекислаго магнія, а магнезитъ содержитъ одинъ только углекислый магній. При обжиганіи этихъ породъ изъ нихъ выдѣляется углекислота; затѣмъ обожженный доломитъ и магнезитъ смѣшиваются съ безводною глиной, формуются въ кирпичи гидравлическимъ прессомъ; кирпичи эти обжигаются и идутъ послѣ этого въ употребленіе. Обожженный магнезитъ представляетъ изъ себя въ высшей степени огнеупорный матеріалъ; всеобщему примѣненію магнезитовыхъ кирпичей препятствуетъ только ихъ высокая стоимость.

Искусственные огнеупорные матеріалы, смотря по природѣ главныхъ ихъ составныхъ частей, раздѣляются на кварцевые кирпичи, называемые также кислыми кирпичами, такъ какъ главною составною частью въ нихъ является кремнекислота; далѣе на шамотные или нейтральные кирпичи, состоящіе изъ кремнекислаго глинозема, который является нейтральнымъ соединеніемъ и, наконецъ, на основные кирпичи, къ которымъ относятся магнезитовые и доломитовые кирпичи. Доломитовые кирпичи состоятъ изъ обожженной извести и магнезіи, а магнезитъ изъ одной только послѣдней; оба эти тѣла съ химической точки зрѣнія суть основныя соединенія. Смотря по тому, какой шлакъ получается при данномъ заводскомъ процессѣ, — кислый, нейтральный или основной, и соотвѣтствующій огнеупорный матеріалъ для печи долженъ быть кислымъ, нейтральнымъ или основнымъ.

Металлургія желѣза.

Исторія желѣза и его свойства.

Развитіе желѣзнаго производства.

Въ древнія времена оружіе, посуда и инструменты изготовлялись какъ изъ мѣди и бронзы, такъ и изъ желѣза. На вопросъ о томъ, который изъ этихъ полезныхъ металловъ извѣстенъ былъ человѣку раньше, археологи обыкновенно отвѣчаютъ, что за каменнымъ вѣкомъ, обнимавшимъ огромный періодъ времени, слѣдовалъ вѣкъ бронзовый, который въ свою очередь смѣнился желѣзнымъ вѣкомъ.

Доказательствомъ справедливости такого предположенія служатъ результаты раскопокъ древнихъ жилищъ и могилъ, въ которыхъ часто находятъ

сосуды и оружіе изъ бронзы, издѣлія же изъ желѣза встрѣчаются крайне рѣдко. Далѣе, предположеніе о большей древности употребленія бронзы сравнительно съ желѣзомъ основывается на мнѣніяхъ и свидѣтельствахъ греческихъ и римскихъ поэтовъ и писателей. Однимъ изъ первыхъ въ этомъ отношеніи нужно назвать римскаго поэта Лукреція, высказавшаго этотъ еще и понынѣ господствующій невѣрный взглядъ, что съ полученіемъ бронзы человѣкъ познакомился раньше, чѣмъ съ производствомъ желѣза. Изъ описаній Гомера можно вывести только то заключеніе, что во времена Троянской войны для предметовъ вооруженія бронза была болѣе въ употребленіи, чѣмъ желѣзо; *но о томъ, считаетъ ли онъ полученіе того или другого металла болѣе древнимъ*, Гомеръ умалчиваетъ. Гезіодъ впервые выразилъ въ поэтической формѣ ученіе о послѣдовательной смѣнѣ пяти вѣковъ: золотого, серебрянаго, мѣднаго, бронзоваго, или героическаго вѣка и, наконецъ, вѣка желѣзнаго.

Эта смѣна металловъ у Гезіода есть такое же произвольное допущеніе, какъ и у большинства археологовъ нашего времени. По собственному своему объясненію Гезіодъ жилъ въ желѣзный вѣкъ, между тѣмъ какъ искусство обработки бронзы *достигло своего высшаго развитія въ Греціи много позже* Гезіода. Впрочемъ всѣ указанія Гезіода сводятся къ тому, что наиболѣе употребительные инструменты, какъ топоры и долота, въ его время изготовлялись изъ желѣза и что египтяне при постройкѣ пирамидъ пользовались желѣзными инструментами. То обстоятельство, что при раскопкахъ находимы были преимущественно бронзовыя издѣлія, также не можетъ служить доказательствомъ большей ихъ древности сравнительно съ издѣліями изъ желѣза, такъ какъ послѣднее на влажномъ воздухѣ быстро окисляется, и для предохраненія желѣзныхъ предметовъ отъ разрушенія на очень продолжительное время необходимы особыя условія. Мѣдь и бронза, напротивъ того, хорошо сопротивляются химическому дѣйствію атмосферы, благодаря чему издѣлія изъ этихъ металловъ сохраняются лучше, чѣмъ желѣзныя.

Но есть соображенія, преимущественно техническаго характера, на основаніи которыхъ можно съ увѣренностью сказать, что полученіе желѣза было извѣстно культурнымъ народамъ древности ранѣе полученія мѣди и бронзы.

Мѣдь была извѣстна задолго до бронзы, такъ какъ полученіе послѣдней предполагаетъ наличность кромѣ мѣди еще и олова. Кромѣ того, мѣдь часто *попадается въ самородномъ состояніи*. Индѣйцы Верхняго Озера Сѣв. Америки выковывали изъ встрѣчающейся тамъ въ значительныхъ количествахъ самородной мѣди различные предметы обихода, но выплавка мѣди изъ рудъ имъ не была извѣстна. Мѣдныя руды встрѣчаются гораздо рѣже желѣзныхъ, хотя первыя, благодаря своей характерной окраскѣ, скорѣе бросаются въ глаза. Извлеченіе мѣди и желѣза изъ ихъ окисленныхъ рудъ основано на одномъ и томъ же принципѣ, заключающемся въ возстановленіи кислородныхъ соединеній мѣди и желѣза помощью углерода. При этомъ однако нужно замѣтить, что для извлеченія мѣди изъ ея рудъ требуется температура въ 1100^0—1200^0, причемъ мѣдь получается въ расплавленномъ состояніи, для извлеченія же желѣза изъ рудъ нѣтъ необходимости, чтобы продуктъ получался въ расплавленномъ видѣ. Возстановленіе желѣза происходитъ при невысокой температурѣ; уже при температурѣ въ 700^0—800^0 получается губчатая металлическая масса, которую посредствомъ сварки и проковки освобождаютъ отъ заключающагося въ ней шлака, и такимъ образомъ превращаютъ въ продуктъ, годный для дальнѣйшей обработки. Главная же трудность заключалась въ прежнія времена очевидно въ полученіи очень высокой температуры. При несовершенствѣ металлургическихъ средствъ вопросъ о томъ, могъ ли процессъ идти при 800^0 или при 1000^0, имѣлъ громадное значеніе. Поэтому производство желѣза въ тѣ времена представлялось гораздо болѣе легкимъ, чѣмъ полученіе мѣди, даже изъ окисленныхъ рудъ. Но

несравненно болѣе сложнымъ дѣломъ является выплавка мѣди изъ сѣрнистыхъ рудъ, такъ какъ для этого необходимы различные подготовительные и промежуточные процессы, требующіе продолжительнаго опыта и большихъ металлургическихъ познаній. Полученное ковкое желѣзо — а о таковомъ только и можетъ быть рѣчь, такъ какъ выплавка чугуна требуетъ гораздо болѣе высокой температуры, около 1300° — было, конечно, весьма неоднородно и нечисто. Смотря по качеству рудъ и способу веденія процесса, продуктъ получался или мягкій, въ видѣ ковкаго желѣза, или болѣе или менѣе твердый, сталеватый.

Полученіе бронзы является производствомъ еще болѣе труднымъ, чѣмъ выплавка мѣди, и потому гипотезу о большой древности бронзоваго производства сравнительно съ желѣзнымъ — приходится совершенно оставить на основаніи простыхъ техническихъ соображеній.

Въ составъ бронзы входятъ два металла: мѣдь и олово. Такимъ образомъ полученіе бронзы предполагаетъ присутствіе металлическаго олова. Оловянныя руды встрѣчаются въ немногихъ мѣстахъ земного шара. Такія мѣсторожденія ихъ, о которыхъ здѣсь можетъ идти рѣчь, находятся въ Индо-Китаѣ, Индѣйскомъ Архипелагѣ и въ Британіи. Металлъ могъ впервые быть полученъ только тамъ, гдѣ имѣется его руда. Олово сравнительно легко возстановимо и очень легкоплавко. Было ли олово впервые получено въ Индо-Китаѣ, еще не вполнѣ установлено; вѣроятно, впрочемъ, что олово впервые добывалось семитическими народами западной Азіи и оттуда перешло къ финикіянамъ, которые постепенно овладѣли всею торговлею оловомъ. Такимъ образомъ полученіе бронзы обусловливается существованіемъ уже настолько обширныхъ торговыхъ сношеній, что олово изъ мѣсторожденій своихъ рудъ могло быть перевезено на мѣста переработки его въ бронзу.

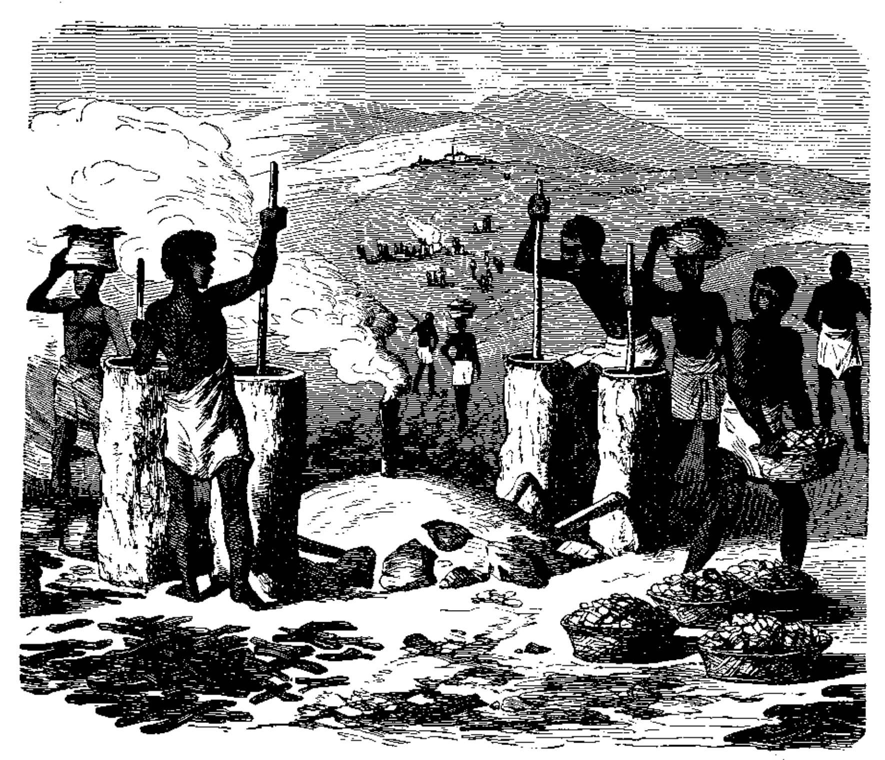
Дальнѣйшимъ основаніемъ къ предположенію о глубокой древности желѣзнаго производства служатъ каменныя работы, съ большимъ совершенствомъ исполненныя египтянами изъ весьма твердыхъ кремнистыхъ породъ. Обработка такихъ твердыхъ породъ безусловно доказываетъ существованіе у египтянъ стальныхъ инструментовъ, и гипотеза о томъ, что древніе культурные народы обладали утраченнымъ впослѣдствіи искусствомъ сообщать бронзовымъ инструментамъ необходимую для такихъ работъ твердость, не выдерживаетъ критики. Существованіе стальныхъ инструментовъ въ древнія времена доказывается также случайными, весьма интересными находками. Такъ, въ 1837 году, взрывая нѣкоторыя части кладки большой Хеопсовой пирамиды, англичанинъ Гиль нашелъ кусокъ желѣза — обломокъ инструмента, который могъ попасть въ стыкъ только во время постройки. Это, вѣроятно, древнѣйшій кусокъ ковкаго желѣза, возрастъ котораго превосходитъ 4000 лѣтъ, и только совершенно сухому мѣстонахожденію своему онъ обязанъ своимъ сохраненіемъ. Желѣзный серпъ, открытый въ подножіи одного сфинкса въ Карнакѣ, принадлежитъ также къ древнѣйшимъ находкамъ желѣза. Весьма интересные экземпляры желѣзныхъ издѣлій найдены были археологомъ Науманомъ, къ сожалѣнію преждевременно сошедшимъ въ могилу. При раскопкахъ въ развалинахъ храма Діаны въ Магнезіи (въ Малой Азіи) онъ нашелъ множество желѣзныхъ скобъ. Изъ одной изъ этихъ скобъ былъ сдѣланъ прессъ-папье для князя Бисмарка. Науманъ опредѣляетъ время постройки этого храма — около 200 лѣтъ до Р. Хр., такъ что возрастъ помянутыхъ экземпляровъ превышаетъ 2000 лѣтъ.

Народы средней Африки, стоящіе на низкой ступени развитія культуры, несмотря на свою полную разобщенность съ остальнымъ міромъ, оказываются знакомыми съ полученіемъ желѣза первобытнымъ способомъ (см. рис. 410), тогда какъ полученіе мѣди или бронзы имъ неизвѣстно.

Въ древности славилась сталь халиверовъ, племени, обитавшаго по

побережью Чернаго моря; эту сталь греки пріобрѣтали для приготовленія оружія. Во времена римлянъ желѣзное производство было въ цвѣтущемъ состояніи: кромѣ стали понтійской и испанской, тогда уже славилась и индійская сталь. Кромѣ того, большой славой пользовалось желѣзо съ острова Эльбы и изъ Штиріи.

Что древніе германцы и сѣверныя племена уже очень давно и *независимо отъ грековъ и римлянъ занимались желѣзнымъ производствомъ*, — болѣе, чѣмъ вѣроятно. На это указываютъ древнія героическія сказанія и пѣсни, въ которыхъ большую роль играютъ необыкновенные мечи и всякаго рода оружіе, равно какъ и ковавшіе ихъ мастера. По древнимъ шлаковымъ



410. **Выплавка желѣза въ Африкѣ.**

отваламъ, найденнымъ во многихъ лѣсахъ западной Германіи, можно заключить, что непосредственное полученіе желѣза изъ рудъ существовало уже въ доисторическія времена и въ Германіи.

Обработка желѣзныхъ рудъ происходила въ низкихъ *печахъ или горнахъ*, причемъ результатомъ одной плавки получалось лишь нѣсколько килограммовъ металла. Въ очень отдаленныя времена для доставленія воздуха въ печь уже примѣнялись небольшіе мѣха, или же для этой цѣли пользовались естественной тягой. Воздуходувныя машины еще не были извѣстны, и производительность печей была очень ограничена. Полученная губчатая желѣзная масса проковывалась кузнецомъ при помощи ручного молота, подъ которымъ она и получала соотвѣтствующую назначенію форму.

Такой способъ полученія желѣза имѣлъ исключительное распространеніе до конца среднихъ вѣковъ и въ теченіе всего этого продолжительнаго періода былъ извѣстенъ лишь единственный сортъ желѣза — ковкое желѣзо, или

такъ называемое *сыродутное желѣзо*, полученное непосредственно изъ рудъ ручной обработкой. Такова характерная особенность этого перваго періода, продолжавшагося у многихъ культурныхъ народовъ древности цѣлыя тысячелѣтія.

Примѣненіе водяной силы къ дѣйствію мѣховъ вызвало весьма существенныя измѣненія въ желѣзномъ производствѣ того времени. Прежде руды подвергались обработкѣ на мѣстѣ своего нахожденія, примѣненіе же этой природной силы потребовало расположенія плавильныхъ печей вблизи водопадовъ. Прежнія плавильни на высотахъ и откосахъ горъ пришлось оставить и строить желѣзные заводы въ долинахъ. Слѣдствіемъ такой перемѣны было однако то, что пришлось доставлять руду и уголь къ мѣсту плавки, что при тогдашнихъ перевозочныхъ средствахъ было задачей не легкой. Зато съ примѣненіемъ водяной силы явилась возможность доставлять печамъ дутье въ бо́льшемъ количествѣ и подъ бо́льшимъ давленіемъ и тѣмъ вызвать въ печи болѣе энергичное горѣніе. Но для болѣе полной утилизаціи тепла въ самой печи и для увеличенія ея производительности пришлось строить печи бо́льшихъ размѣровъ и, главнымъ образомъ, большей высоты. Такіе размѣры печей создали благопріятныя условія для полнаго возстановленія и обуглероживанія желѣза, при чемъ получалась уже не тѣстообразная сталеватая масса, а жидкій чугунъ, постепенно накоплявшійся въ горну печи, откуда онъ время отъ времени выпускался изъ печи. Результатомъ этого обстоятельства явилась возможность перейти къ непрерывному ходу плавки, тогда какъ старый процессъ былъ періодическій: отъ каждой плавки получалась желѣзная масса опредѣленной величины. Жидкое состояніе чугуна само собою указывало путь къ его практическому примѣненію, именно къ отливкѣ. Такимъ образомъ явилась возможность сообщать желѣзу требуемую форму посредствомъ отливки точно такъ же, какъ это практиковалось уже тысячелѣтія съ бронзой.

Вскорѣ изъ чугуна, посредствомъ вторичной переработки, научились получать ковкое желѣзо, при чемъ переработка эта производилась въ горнахъ, по своему устройству сходныхъ съ горнами для полученія сыродутнаго желѣза. Вслѣдствіе этого прежній способъ полученія ковкаго желѣза прямо изъ рудъ былъ постепенно оставленъ и установленъ новый способъ, который для полученія нѣкоторыхъ спеціальныхъ сортовъ желѣза удержался еще и по настоящее время.

Этимъ начинается новый періодъ въ металлургіи желѣза. Отличительныя черты этого періода заключаются въ томъ, что руда проплавляется въ высокихъ печахъ (домнахъ) съ примѣненіемъ сгущеннаго при помощи машинъ воздуха, и полученный чугунъ или прямо идетъ на литье, или же въ особыхъ печахъ перерабатывается въ ковкое желѣзо. Старый сыродутный способъ все болѣе и болѣе вытѣсняется и въ настоящее время примѣняется лишь въ очень ограниченныхъ случаяхъ.

Благодаря этимъ успѣхамъ желѣзо оказалось въ ряду плавкихъ и годныхъ къ отливкѣ металловъ и, съ изобрѣтеніемъ пороха, стало завоевывать себѣ все большее и большее распространеніе въ техникѣ.

Въ слѣдующіе затѣмъ пять вѣковъ успѣхи желѣзнаго производства ограничились лишь усовершенствованіемъ мѣховъ, кожаные мѣха вытѣсняются деревянными и только въ 1760 году появляются цилиндрическіе мѣха.

Исключительное примѣненіе древеснаго угля въ качествѣ горючаго для металлургическихъ цѣлей вызвало, съ развитіемъ желѣзнаго производства, сильное истребленіе лѣсовъ и потому уже издавна было не мало попытокъ замѣнить древесный уголь каменнымъ, но всѣ онѣ были неудачны, пока наконецъ изобрѣтеніе коксованія каменнаго угля въ Англіи не привело этого вопроса къ благопріятному рѣшенію.

Изобрѣтеніе паровой машины вызвало цѣлый переворотъ въ желѣзномъ производствѣ. Явилась сразу необычайная потребность въ желѣзѣ. Съ другой же стороны примѣненіе паровыхъ машинъ освободило заводчика отъ тяжелой зависимости его отъ водопадовъ, къ которымъ заводское дѣло приковано было въ теченіе многихъ столѣтій. Теперь можно было строить чугуноплавильные заводы вблизи руды и угля, и это обстоятельство, какъ нѣкогда примѣненіе водяной силы, вызвало снова перемѣщеніе желѣзодѣлательныхъ заводовъ.

Своимъ невѣроятнымъ развитіемъ во второй половинѣ девятнадцатаго столѣтія желѣзодѣлательное производство обязано въ особенности примѣненіе пара къ желѣзно-дорожной тягѣ. Быстрое развитіе рельсовыхъ путей потребовало неимовѣрнаго количества рельсовъ, возраставшаго съ каждымъ годомъ. Потребность въ продуктахъ желѣзодѣлательнаго производства въ продолженіе девятнадцатаго вѣка возросла до такихъ размѣровъ, что производительность заводовъ, сравнительно съ началомъ этого столѣтія, увеличилась болѣе, чѣмъ въ 40 разъ.

До конца 18-го столѣтія германскіе заводы плавили чугунъ исключительно на древесномъ углѣ и первенство въ производствѣ желѣза принадлежало Англіи. Послѣ многихъ неудачныхъ попытокъ въ Зульцбахѣ близъ Саарбрюкена и въ Штеркраде близъ Обергаузена первая доменная печь на коксѣ въ Германіи была пущена въ ходъ въ Глейвицѣ, и оттуда примѣненіе кокса въ качествѣ горючаго при выплавкѣ чугуна распространилось постепенно по всей Германіи. Въ настоящее время выплавка чугуна на древесномъ углѣ пользуется наибольшимъ распространеніемъ въ Швеціи, на Уралѣ и въ Сѣв. Америкѣ, въ прочихъ же странахъ на древесномъ углѣ работаетъ лишь очень ограниченное число чугуно-плавильныхъ заводовъ.

Но и послѣ введенія кокса въ доменную плавку древесный уголь долго еще удерживалъ за собою исключительное примѣненіе при переработкѣ чугуна въ ковкое желѣзо. Всѣ производившіеся въ Англіи опыты по замѣнѣ древеснаго угля другимъ топливомъ разбивались о дурныя качества получавшагося при этомъ продукта, пока въ 1784 году англичанину Cort'у не удалось установить способа передѣла чугуна въ желѣзо въ отражательной печи на каменномъ углѣ.

Въ тридцатыхъ годахъ девятнадцатаго столѣтія вюртембергскій горный совѣтникъ Фабръ дю Форъ сдѣлалъ въ доменной плавкѣ на Вассеральфингенскомъ заводѣ нововведеніе, существенно уменьшившее расходъ горючаго при выплавкѣ чугуна. Газы, выходящіе изъ колошника доменной печи и содержащіе еще значительное количество горючихъ составныхъ частей, не имѣли прежде никакого примѣненія и, уходя на воздухъ, представляли собою, такъ сказать, потерю горючаго для доменной плавки. Фабръ дю Форъ примѣнилъ эти газы для нагрѣва поступающаго въ печь воздуха, проводя его предварительно по чугуннымъ трубамъ, нагрѣваемымъ снаружи колошниковыми газами. Такимъ образомъ доменныя печи получили обратно значительную часть тепла, уносимаго колошниковыми газами въ видѣ горючихъ составныхъ частей. Чугунные воздухонагрѣватели, сослуживъ не малую службу доменному дѣлу, должны были постепенно уступить свое мѣсто введеннымъ въ началѣ шестидесятыхъ годовъ англичанами Витвелемъ и Коуперомъ каменнымъ воздухонагрѣвателямъ регенеративной системы, которые дали возможность довести нагрѣвъ дутья до весьма высокой температуры.

Съ появленіемъ литой стали и литого желѣза начинается третій и послѣдній періодъ въ металлургіи желѣза. Въ небольшихъ количествахъ литую сталь получалъ Гунтсманъ еще въ 1770 переплавкой въ тигляхъ. Но появившееся въ серединѣ девятнадцатаго столѣтія изобрѣтеніе Бессемера, давшее возможность получать литую сталь и литое желѣзо въ произвольно большихъ

количествахъ, произвело цѣлый переворотъ въ желѣзодѣлательномъ производствѣ. Примѣненіе чугуна для литья значительно уменьшилось, и чугунъ пріобрѣлъ теперь громадное значеніе, какъ матеріалъ для бессемеровскаго процесса, при которомъ чугунъ въ расплавленномъ состояніи поступаетъ въ особыя реторты, гдѣ при помощи кислорода воздуха превращается въ ковкій металлъ. Вначалѣ полагали, что въ бессемеровской ретортѣ всякій чугунъ, независимо его химическаго состава, можетъ быть превращенъ въ ковкое желѣзо. Вскорѣ однако оказалось, что по бессемеровскому способу получается годный продуктъ только при весьма бѣдныхъ фосфоромъ чугунахъ. Германіи, не располагающей достаточно чистыми въ этомъ смыслѣ рудами, приходилось вести бессемерованіе на англійскихъ чугунахъ, или же выплавлять чугунъ изъ чистыхъ испанскихъ рудъ.

Производство литой стали и литого желѣза на поду отражательныхъ печей изобрѣтено было двумя французами братьями Мартенами, примѣнившими для своей печи регенеративную топку Сименса. Затрудненія, вызванныя присутствіемъ фосфора въ чугунѣ, послѣ изобрѣтенія Томаса были устранены примѣненіемъ основной набойки.

Въ концѣ сороковыхъ годовъ 19-го столѣтія въ Германіи появились первыя фасонныя отливки изъ стали на заводѣ Бохумеръ Ферейнъ въ Бохумѣ, гдѣ производство это долго составляло секретъ завода. Въ настоящее время производство фасонныхъ стальныхъ отливокъ получило всеобщее распространеніе и громадное развитіе.

Значеніе желѣза въ жизни культурныхъ народовъ громадно. Можно смѣло сказать, что уголь и желѣзо въ настоящее время властвуютъ надъ всѣмъ міромъ. Несмотря на крайнюю дешевизну продуктовъ желѣзодѣлательнаго производства сравнительно съ прочими металлами, стоимость годичной производительности чугуна, стали и желѣза на всемъ свѣтѣ въ полтора раза превосходитъ стоимость добытыхъ въ годъ всѣхъ остальныхъ металловъ вмѣстѣ взятыхъ, не исключая золота и серебра.

Свойства желѣза.

Желѣзо, полученное на заводѣ и поступающее въ продажу, содержитъ всегда въ большемъ или меньшемъ количествѣ постороннія примѣси, которыя частью вводятся намѣренно, для полученія металла извѣстнаго сорта, частью же обязаны своимъ присутствіемъ въ металлѣ самому процессу его полученія.

Отъ природы этихъ примѣсей и отъ количества ихъ въ продуктахъ желѣзнаго производства зависятъ какъ свойства различныхъ разновидностей этихъ послѣднихъ, такъ и дѣленіе ихъ на сорта.

Главнѣйшія изъ этихъ примѣсей суть: углеродъ, сопровождающій желѣзо во всѣхъ его видахъ, далѣе кремній, марганецъ, фосфоръ, сѣра, хромъ, никкель, мѣдь и нѣкоторые другіе элементы, содержаніе которыхъ въ желѣзѣ обыкновенно весьма незначительно.

Такимъ образомъ продукты желѣзнаго производства представляютъ собою не чистый металлъ, а сплавы желѣза съ углеродомъ и съ другими вышеупомянутыми элементами.

Въ зависимости отъ содержанія углерода, этого постояннаго спутника желѣза, всѣ продукты желѣзнаго производства дѣлятся на двѣ главныхъ категоріи, существенно отличающія другъ отъ друга, какъ по строенію, такъ и по физическимъ свойствамъ. Къ первой категоріи относится чугунъ съ содержаніемъ углерода свыше 2,3% и съ большимъ содержаніемъ другихъ примѣсей. Ко второй категоріи относятся сталь и желѣзо, содержаніе углерода въ которыхъ не превышаетъ 1,8%, а другихъ примѣсей обыкновенно меньше, чѣмъ въ чугунѣ. Сорта съ содержаніемъ углерода внѣ ука-

занныхъ предѣловъ встрѣчаются лишь въ очень исключительныхъ случаяхъ. Разница между названными двумя категоріями продуктовъ желѣзнаго производства основывается главнымъ образомъ на различіи ихъ температуръ плавленія. Чугунъ плавится при болѣе низкой температурѣ, не переходя предварительно въ свойственное желѣзу и стали пластическое тѣстообразное состояніе, при которомъ и производится ихъ механическая обработка. Когда температура плавленія чугуна достигнута, онъ переходитъ непосредственно изъ твердаго состоянія въ жидкое и наоборотъ быстро затвердѣваетъ, будучи охлажденъ ниже этой температуры. При температурахъ ниже точки плавленія чугунъ является хрупкимъ и неспособнымъ къ обработкѣ молотомъ и прессомъ; придавать требуемую форму чугуннымъ издѣліямъ возможно исключительно путемъ отливки, тогда какъ ковкое желѣзо до плавленія переходитъ въ тѣстообразное состояніе, въ которомъ и производится механическая обработка. Ковкое желѣзо и въ холодномъ состояніи обладаетъ довольно значительною вязкостью, такъ что обработку его можно производить не только въ нагрѣтомъ состояніи посредствомъ ковки, но и въ холодномъ — помощью прессованія или вытягиванія, а также и въ жидкомъ состояніи посредствомъ отливки. Температура плавленія стали и ковкаго желѣза выше температуры плавленія чугуна. Какъ чугунъ, такъ и желѣзо и сталь имѣютъ дальнѣйшія подраздѣленія на сорта.

Подъ вліяніемъ различныхъ причинъ, о которыхъ рѣчь будетъ ниже, углеродъ проявляетъ особенное свойство выдѣляться изъ всей массы чугуна во время его затвердѣванія, въ видѣ графита, какъ самостоятельное тѣло. Часто поверхность излома чугуна въ изобиліи усѣяна частицами графита, который сообщаетъ излому болѣе или менѣе интенсивный сѣрый цвѣтъ и мелко- или крупнозернистое кристаллическое строеніе. Такой чугунъ носитъ названіе сѣраго чугуна.

Если же напротивъ углеродъ при отвердѣваніи чугуна остается въ немъ растворенным и такимъ образомъ находится въ такъ называемомъ химически соединенномъ или связанномъ состояніи, то чугунъ имѣетъ изломъ бѣлый и строеніе лучистое, плотное. Чугунъ этотъ носитъ названіе бѣлаго чугуна.

Для спеціальныхъ цѣлей на заводахъ готовятся еще особые сплавы чугуна съ марганцемъ и съ кремніемъ. Эти чугуны по своему излому относятся къ разряду бѣлыхъ чугуновъ, но имѣютъ спеціальныя названія: въ первомъ случаѣ чугунъ называется марганцовымъ, или ферро-марганцемъ, во второмъ случаѣ — кремнистымъ, или ферро-силиціемъ.

Основаніемъ для подраздѣленія стали и желѣза на сорта служатъ два признака: во-первыхъ способъ полученія металла и во-вторыхъ способность его къ закалкѣ.

При нѣкоторыхъ процессахъ передѣла чугуна въ сталь и желѣзо, напримѣръ при кричномъ способѣ и пудлингованіи, продуктъ получается при температурѣ ниже точки плавленія стали и желѣза, но выше температуры плавленія образовавшихся при этомъ шлаковъ. Металлъ получается въ видѣ отдѣльныхъ зеренъ или кристалловъ желѣза, которые свариваются между собою и при этомъ увлекаютъ нѣкоторое количество шлаковъ, остающихся заключенными въ массѣ металла. Удаленіе шлаковъ производится механической обработкой при высокой температурѣ, при чемъ отдѣльныя частицы металла свариваются, а жидкій шлакъ выжимается. Полученное такимъ путемъ желѣзо называется поэтому сварочнымъ желѣзомъ. Полнаго удаленія шлаковъ при названной обработкѣ однако достигнуть невозможно, почему включенія шлака слѣдуетъ считать характернымъ признакомъ сварочнаго желѣза.

При новѣйшихъ передѣльныхъ процессахъ плавка и очистка происходятъ при столь высокой температурѣ, что продукты плавки — сталь и желѣзо

получаются въ жидкомъ видѣ. Этимъ исключается возможность проникновенія шлака въ металлъ, такъ какъ жидкій, болѣе легкій шлакъ легко отдѣляется отъ расплавленнаго металла. Продуктъ свободенъ отъ шлаковыхъ включеній, но зато содержитъ часто включенія газовыя, отсутствующія въ сварочномъ металлѣ, и носитъ названіе литого желѣза или литой стали. Затвердѣвшій литой металлъ состоитъ такимъ образомъ не изъ отдѣльныхъ сваренныхъ между собою частицъ, а изъ одного цѣльнаго слитка. Этотъ послѣдній признакъ, вмѣстѣ съ отсутствіемъ включеній шлака, является характернымъ отличіемъ литого металла отъ сварочнаго.

Дальнѣйшее подраздѣленіе стали и желѣза основывается на ихъ физическихъ свойствахъ, именно сопротивленіи механическимъ усиліямъ и твердости. Продуктъ, обладающій большимъ сопротивленіемъ механическимъ усиліямъ, хорошо принимающій закалку и обладающій, въ то же время, извѣстной хрупкостью, называется сталью. Металлъ той же категоріи, но съ меньшею твердостью, не принимающій закалки и отличающійся большею тягучестью и вязкостью, называется вообще желѣзомъ.

Нижеслѣдующая таблица даетъ подраздѣленіе продуктовъ желѣзнаго производства на разновидности, встрѣчающіяся въ продажѣ.

I. Чугунъ. Хрупокъ, не ковокъ, легкоплавокъ, не переходитъ въ тѣстообразное состояніе до расплавленія, содержаніе углерода не ниже 2,3%.

II. Сталь и желѣзо. Вязки, тягучи, тугоплавки, до расплавленія переходятъ въ тѣстообразное состояніе, ковки. Содержаніе углерода ниже 1,8%.

Чугунъ далѣе подраздѣляется на:

a) Сѣрый чугунъ. Углеродъ находится отчасти въ видѣ графита. Изломъ сѣрый, зернисто-кристаллическій.

b) Бѣлый чугунъ. Углеродъ химически соединенный. Цвѣтъ излома бѣлый. Строеніе лучистое, плотное. Болѣе хрупокъ, твердъ и легкоплавокъ, чѣмъ сѣрый чугунъ.

c) Марганцовый чугунъ, кремнистый чугунъ. Существенная составная часть въ первомъ — марганецъ въ количествѣ до 80%, во второмъ — кремній, до 15%.

Сталь и желѣзо въ свою очередь подраздѣляются на:

1. Сварочныя сталь и желѣзо. Получаются въ тѣстообразномъ видѣ, содержатъ включенія шлака.

   a) Сварочная сталь. Содержаніе углерода свыше 0,5%, явственно принимаетъ закалку, хрупка.

   b) Сварочное желѣзо. Углерода меньше 0,5%, не принимаетъ закалки, вязче и лучше сваривается, чѣмъ сварочная сталь. Сопротивленіе разрыву не выше 40 клг. на 1 квадр. миллим.

2. Литая сталь и литое желѣзо. Получаются въ жидкомъ видѣ, безъ шлаковыхъ включеній, но съ включеніями газовыми.

   a) Литая сталь. Содержаніе углерода свыше 0,15%, явственно принимаетъ закалку, хрупка. Сопротивленіе разрыву свыше 50 клг. на 1 квадр. миллим.

   b) Литое желѣзо. Содержаніе углерода ниже 0,15%, вязче и лучше сваривается, чѣмъ литая сталь, не принимаетъ закалки. (Съ приближеніемъ содержанія углерода къ верхнему предѣлу проявляется способность принимать закалку.)

Свойства чугуна. Чугунъ настолько сильно отличается отъ прочихъ продуктовъ желѣзнаго производства, что если бы не химическій составъ, то его можно было бы принять, по его своеобразнымъ свойствамъ, за совершенно особый металлъ. При нагрѣваніи онъ переходитъ изъ твердаго

состоянія прямо въ жидкое, не переходя предварительно, подобно стали и желѣзу, въ пластическое тѣстообразное состояніе, при которомъ происходитъ обработка этихъ продуктовъ. Температура плавленія чугуна, благодаря большому количеству примѣсей, значительно ниже температуры плавленія стали и желѣза, почему производство отливокъ изъ чугуна проще и дешевле, чѣмъ изъ литой стали или изъ литого желѣза. Сопротивленіе чугуна различнымъ механическимъ усиліямъ значительно ниже, чѣмъ у стали и желѣза.

Въ бѣломъ чугунѣ углеродъ химически связанъ съ желѣзомъ, изломъ бѣлый, строеніе лучистое, плотное. Онъ очень твердъ и хрупокъ, т. е. мало поддается или совсѣмъ не поддается дѣйствію рабочихъ инструментовъ, какъ напилка, зубила, сверла, и при дѣйствіи незначительной механической силы теряетъ связь частицъ.

Въ сѣромъ чугунѣ количество связаннаго углерода очень незначительно. Во время охлажденія чугуна углеродъ, вслѣдствіе разложенія углеродистыхъ соединеній желѣза, выдѣляется самостоятельно въ видѣ графита. Часто поверхность излома чугуна бываетъ густо усѣяна листочками графита, который сообщаетъ излому болѣе или менѣе интенсивный сѣрый цвѣтъ и мелко- или крупнозернистое кристаллическое строеніе.

Причина разложенія углеродистыхъ соединеній желѣза во время охлажденія чугуна заключается главнымъ образомъ въ присутствіи извѣстнаго количества кремнія. Способность желѣза растворять въ себѣ углеродъ и кремній растетъ съ температурой. Если желѣзо въ жидкомъ состояніи насыщено этими двумя элементами, то при затвердѣваніи и слѣдующемъ затѣмъ охлажденіи растворительная способность желѣза уменьшается, оно, такимъ образомъ, уже не въ состояніи удержать оба тѣла въ растворенномъ видѣ. Результатомъ этого является то обстоятельство, что болѣе труднорастворимое изъ двухъ этихъ тѣлъ должно уступить болѣе легко растворимому. Такъ именно и происходитъ съ углеродомъ: онъ выдѣляется изъ массы чугуна въ видѣ листочковъ графита.

Вліяніе марганца противоположно вышеописанному вліянію кремнія. Онъ легко даетъ сплавъ съ желѣзомъ и вообще представляетъ собой металлъ, очень схожій съ послѣднимъ, но отличающійся отъ него, между прочимъ, тѣмъ, что легко растворяетъ содержащійся въ чугунѣ углеродъ. При большомъ содержаніи марганца задерживается выдѣленіе листочковъ графита въ чугунѣ и мы получаемъ такъ называемый бѣлый чугунъ. Если содержаніе марганца не велико, около 1% и ниже, то въ присутствіи 2% кремнія вліяніе его не сказывается замѣтнымъ образомъ. Медленное охлажденіе также способствуетъ образованію графита, тогда какъ быстрое охлажденіе этому препятствуетъ (отливки съ закалкой).

Чистое желѣзо, не содержащее кремнія, можетъ растворить до 7% углерода. Съ увеличеніемъ содержанія кремнія уменьшается способность желѣза поглощать углеродъ, такъ что обыкновенные сорта сѣраго чугуна съ содержаніемъ кремнія 2—4% содержатъ углерода въ предѣлахъ отъ 3,2 до 4,5%.

Растворенію кремнія желѣзомъ при доменной плавкѣ способствуетъ высокая температура и кислые шлаки, для растворенія же марганца требуется высокая температура и основные шлаки.

Фосфоръ, содержащійся въ желѣзныхъ рудахъ, почти цѣликомъ переходитъ въ выплавляемый изъ этихъ рудъ чугунъ. Въ такихъ странахъ, какъ Люксембургъ и Лотарингія, располагающихъ только фосфористыми желѣзными рудами, нѣтъ возможности изъ мѣстныхъ рудъ выплавлять чугунъ съ низкимъ содержаніемъ фосфора. Фосфоръ дѣлаетъ чугунъ жидкимъ и способствуетъ тщательному заполненію тончайшихъ частей литейной формы, но вредно отзывается на прочности отливокъ, значительно увеличивая хрупкость чугуна.

Сѣра вліяетъ на образованіе графита подобно марганцу; но такъ какъ

содержаніе ея въ чугунѣ рѣдко превосходитъ 0,1%, то вліяніе сѣры въ этомъ отношеніи ничтожно. Кромѣ того сѣра дѣлаетъ чугунъ густымъ. При содержаніи въ чугунѣ достаточнаго количества марганца, послѣдній отчасти соединяется съ сѣрой, образуя сѣрнистый марганецъ, который въ металлической ваннѣ нерастворимъ и всплываетъ на поверхность. Этимъ путемъ обыкновенно и образуются на поверхности чугуна такъ называемые „клоны" (Wanzen). Кромѣ приведенныхъ элементовъ, чугунъ иногда содержитъ еще мѣдь, мышьякъ, сурьму и др., но обыкновенно въ столь незначительныхъ количествахъ, что они не оказываютъ замѣтнаго вліянія на свойства чугуна.

Твердость чугуна зависитъ отъ того, въ какомъ видѣ находится въ немъ углеродъ. Сѣрный чугунъ мягокъ и легко поддается обработкѣ. Выдѣлившійся въ видѣ графита углеродъ нарушаетъ прочное сцѣпленіе частицъ массы и она оказываетъ мало сопротивленія проникaнію въ нее острыхъ инструментовъ. Если же почти весь углеродъ находится въ чугунѣ въ видѣ химическаго соединенія и строеніе чугуна плотное, то твердость его весьма значительна, и онъ оказываетъ большое сопротивленіе обработкѣ зубиломъ или напилкомъ, или же совершенно ей не поддается.

Температура плавленія различныхъ сортовъ чугуна колеблется въ зависимости отъ чистоты и отъ того, въ какомъ видѣ находится въ чугунѣ углеродъ. Богатый графитомъ чугунъ имѣетъ наивысшую температуру плавленія въ предѣлахъ отъ 1050^0 до 1250^0 Ц., такъ какъ вслѣдствіе выдѣленія графита основная масса чугуна сдѣлалась чище и слѣдовательно болѣе трудно плавкою.

Сопротивленіе желѣза разрыву отъ введенія въ него незначительнаго количества постороннихъ примѣсей обыкновенно сильно возрастаетъ, до извѣстной степени насчетъ уменьшенія упругости, но, достигнувъ максимальнаго предѣла, отъ дальнѣйшаго прибавленія примѣсей опять убываетъ. Такъ, сталь обладаетъ значительно бо́льшимъ сопротивленіемъ разрыву, чѣмъ желѣзо, послѣднее же по своему сопротивленію стоитъ несравненно выше чугуна.

Вязкость, измѣряемая сопротивленіемъ излому, напротивъ того бываетъ наибольшая въ наиболѣе чистомъ желѣзѣ, т. е. въ ковкомъ желѣзѣ, тогда какъ чугунъ обладаетъ очень незначительной вязкостью, или же совершенно лишенъ ея. Чугунъ, богатый графитомъ, несмотря на значительную однородность основной массы, обладаетъ меньшею вязкостью, чѣмъ половинчатый мелкозернистый чугунъ, такъ какъ листочки графита нарушаютъ взаимную связь частицъ основной массы. Мелкозернистый чугунъ съ плотнымъ строеніемъ обладаетъ наибольшимъ сопротивленіемъ какъ разрыву, такъ и излому, и даетъ наибольшій прогибъ; эти свойства обнаруживаются еще лучше въ чугунѣ съ незначительнымъ содержаніемъ фосфора. Бѣлый чугунъ обладаетъ весьма небольшимъ сопротивленіемъ разрыву, предѣлы его упругости и сопротивленія излому очень близки другъ къ другу, что и обнаруживается его хрупкостью.

Усадка чугунныхъ отливокъ при охлажденіи зависитъ отъ содержанія кремнія въ чугунѣ. Съ увеличеніемъ содержанія кремнія углеродъ выдѣляется изъ чугуна въ видѣ графита, что въ свою очередь вызываетъ уменьшеніе усадки, такъ какъ листочки графита не принимаютъ въ ней участія.

Жидкій чугунъ, подобно водѣ, обладаетъ способностью поглощать газы. Количество поглощенныхъ газовъ зависитъ съ одной стороны отъ давленія, подъ которымъ находится расплавленный чугунъ въ печи, съ другой — отъ химическаго состава его. Чугунъ, полученный непосредственно изъ доменной печи, содержитъ газовъ болѣе, чѣмъ чугунъ, переплавленный въ вагранкѣ, а послѣдній, въ свою очередь, больше, чѣмъ чугунъ, расплавленный въ отражательной печи. Растворенные въ расплавленномъ чугунѣ газы выдѣляются при его затвердѣваніи, но при извѣстныхъ условіяхъ пу-

зырьки газа остаются заключенными въ немъ и дѣлаютъ отливки пористыми и негодными. Подобное явленіе имѣетъ мѣсто и при замерзаніи воды: растворимый въ водѣ воздухъ остается мѣстами заключеннымъ во льду, образуя въ немъ пустóты.

Кремній въ значительной степени ослабляетъ проявленіе указаннаго свойства, понижающаго достоинство чугунныхъ отливокъ; марганецъ, напротивъ, увеличиваетъ его.

Удѣльный вѣсъ чугуна зависитъ отъ его состава, являясь наибольшимъ для чистыхъ сортовъ, такъ какъ всѣ посторонніе примѣси вслѣдствіе малаго своего вѣса уменьшаютъ и удѣльный вѣсъ чугуна. Особенно замѣтно въ этомъ отношеніи вліяніе графита на чугунъ. Вслѣдствіе уменьшенія усадки, сорта чугуна съ значительнымъ содержаніемъ графита занимаютъ при одномъ и томъ же вѣсѣ большій объемъ и слѣдовательно имѣютъ меньшій удѣльный вѣсъ, нежели чугунъ, не содержащій графита. Удѣльный вѣсъ бѣлаго чугуна доходитъ до 7,5, а удѣльный вѣсъ сѣраго, богатаго выдѣленіями графита всего до 7,08.

Изъ спеціальныхъ сортовъ чугуна отмѣтимъ:

Марганцовый чугунъ (ферро-марганецъ) выплавляющійся въ доменныхъ печахъ для спеціальныхъ цѣлей, содержитъ часто свыше 80°/o марганца. Если содержаніе марганца значительно превышаетъ 80°/o, то такіе сплавы на воздухѣ разсыпаются въ порошокъ подобно тому, какъ это происходитъ *съ богатыми известью доменными шлаками*.

Кремнистый чугунъ (ферро-силицій), примѣняемый главнымъ образомъ при производствѣ стали и литого желѣза, выплавляется такъ же, какъ и марганцовый, въ особыхъ доменныхъ печахъ. Содержаніе кремнія доходитъ въ немъ до 10°/o—15°/o.

Желѣзныя руды и флюсы.

Большое сродство желѣза къ другимъ элементамъ является причиной того, что оно не встрѣчается въ металлическомъ, самородномъ состояніи, какъ многіе другіе металлы, но всегда въ видѣ соединеній. Самородное желѣзо встрѣчается лишь въ видѣ рѣдкихъ исключеній, которыя для металлурга не имѣютъ практическаго значенія. Метеориты, падающіе на нашу планету, состоятъ весьма часто изъ металлическаго желѣза. Въ Диско, на сѣверѣ Гренландіи, шведскій мореплаватель Норденшильдъ нашелъ въ 1870 г. значительныя скопленія метеоритовъ. Метеорное желѣзо, кромѣ нѣкоторыхъ другихъ примѣсей, всегда содержитъ никкель. Отшлифованныя и затѣмъ вытравленныя поверхности обнаруживаютъ своеобразныя фигуры изъ скрещивающихся между собою линій, которыя, по имени открывшаго ихъ ученаго, носятъ названіе Видманштетовыхъ фигуръ и являются характерною особенностью метеорнаго желѣза.

Всѣ промышленные виды желѣза получаются или непосредственно изъ рудъ, или что гораздо чаще желѣзныя руды проплавляются на чугунъ, а изъ этого послѣдняго готовятъ другіе сорта желѣза. Содержаніе желѣза въ рудахъ должно быть таково, чтобы обработка представлялась выгодной въ экономическомъ отношеніи. Кромѣ того, встрѣчающіяся въ природѣ соединенія желѣза для примѣненія ихъ къ выплавкѣ чугуна не должны содержать такихъ составныхъ частей, которыя, перейдя въ продукты плавки, сдѣлали бы невозможнымъ или экономически невыгоднымъ полученіе годнаго металла.

Низшій предѣлъ содержанія желѣза въ рудѣ, при которой плавка ея является еще выгодной, зависитъ вполнѣ отъ экономическихъ условій: отъ стоимости рудъ на заводѣ, отъ стоимости горючаго и наконецъ отъ мѣстныхъ цѣнъ на рабочія руки. Понятно, что въ томъ случаѣ, когда дѣло идетъ о большихъ количествахъ относительно дешеваго продукта, большую

роль играютъ также пути сообщенія и условія сбыта. Кромѣ приведенныхъ условій, въ вопросѣ о томъ, можетъ ли данное встрѣчающееся въ природѣ соединеніе желѣза быть разсматриваемо какъ руда, или нѣтъ, большое значеніе имѣютъ посторроннія примѣси въ рудѣ и ея физическій характеръ.

Только въ рѣдкихъ случаяхъ желѣзныя руды являются самоплавкими, т. е. расплавляющимися въ доменной печи безъ всякихъ примѣсей. Обыкновенно содержащаяся въ рудѣ пустая порода не расплавляется въ печи и при плавкѣ къ рудѣ приходится прибавлять различныя вещества, чаще всего известь, чтобы получить легкоплавкія соединенія, или, какъ говорятъ, ошлаковать содержащуюся въ рудѣ пустую породу. Такія примѣси называются флюсами, а получающіяся легкоплавкія соединенія флюса съ породою руды — шлаками. Чѣмъ больше флюса требуетъ руда для полученія шлака, тѣмъ менѣе экономичной становится плавка, такъ какъ съ увеличеніемъ прибавляемаго количества известняка содержаніе желѣза въ шихтѣ понижается. Чѣмъ менѣе флюса требуетъ руда, тѣмъ при низшемъ содержаніи желѣза еще выгодна бываетъ ея плавка и потому такое соединеніе желѣза можетъ считаться еще желѣзною рудою. Случается иногда, что заводъ располагаетъ нѣсколькими сортами руды, содержащими шлакующіяся составныя части въ такихъ пропорціяхъ, что при извѣстной комбинаціи этихъ рудъ можно получить надлежащаго состава шлакъ; такимъ образомъ устраняется необходимость примѣненія флюса, и плавка является экономичной даже при очень низкомъ содержаніи желѣза въ рудахъ.

При современныхъ условіяхъ можно считать въ смѣси руды и флюса содержаніе желѣза въ 30% низшимъ предѣломъ, при которомъ плавка является еще экономически выгодной. Ниже этого предѣла плавку ведутъ только въ исключительныхъ случаяхъ.

Желѣзо-содержащіе побочные продукты желѣзнаго производства также утилизируются для доменной плавки. Для выплавки богатыхъ марганцемъ чугуновъ къ шихтѣ примѣшиваютъ желѣзо-содержащихъ марганцовыхъ рудъ, или же употребляютъ чистыя марганцовыя руды, смотря по содержанію марганца, съ которымъ желаютъ получить желѣзо-марганцовый сплавъ (ферромарганецъ).

Изъ различныхъ желѣзныхъ рудъ особенно замѣчательны слѣдующія: желѣзный шпатъ или сидеритъ, отъ греческаго слова Sideros — встрѣчается часто въ видѣ кристалловъ въ друзахъ, гнѣздахъ, жилахъ, обыкновенно въ формѣ ромбоэдровъ, принадлежащихъ къ гексагональной системѣ. Твердость этого минерала 3,5—4,5, удѣльный вѣсъ 3,7—3,9, цвѣтъ его обыкновенно желтовато-сѣрый до желтаго, или бураго, блескъ стеклянный до перламутроваго, минералъ просвѣчиваетъ въ краяхъ, черта — бѣлая до желтовато-бѣлой. Составъ сидерита — $Fe\ CO_3$ содержитъ 62,1% закиси желѣза (48,3% металлическаго желѣза) и 37,9% углекислоты. Часть закиси желѣза нерѣдко замѣщается окисью магнія, окисью кальція и окисью марганца.

При прокаливаніи выдѣляется углекислота, руда становится черной и магнитной. Отъ дѣйствія воды и воздуха шпатоватый желѣзнякъ съ теченіемъ времени болѣе или менѣе измѣняется, цвѣтъ его становится болѣе темнымъ до чернаго, иногда краснымъ, смотря потому, образуется ли изъ него водная окись желѣза (бурый желѣзнякъ), магнитная окись (магнитный желѣзнякъ) или окись желѣза (красный желѣзнякъ).

Благодаря чистотѣ, въ смыслѣ отсутствія фосфора и благодаря содержанію марганца, руда эта идетъ на выплавку чугуна для передѣла въ сталь, почему въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Германіи и Австріи эта руда носитъ спеціальное названіе „стальной руды“ (Stahlstein).

Шпатоватый желѣзнякъ встрѣчается часто въ большихъ количествахъ, въ видѣ залежей и жилъ въ древнихъ формаціяхъ. Большою извѣстностью

пользуются шпатовые желѣзняки Зигенской области, которые въ продолженіе многихъ столѣтій служатъ источникомъ для мѣстной желѣзодѣлательной промышленности; менѣе значительны залежи близъ Заальфельда въ Тюрингіи и на Гарцѣ.

Въ Австріи находится извѣстное уже съ давнихъ временъ мѣсторожденіе шпатоваго желѣзняка въ штирійскомъ Эрцбергѣ, между Фордернбергомъ и Эйзенэрцомъ; оно разрабатывалось еще во времена римскаго владычества и служило источникомъ обширной желѣзной промышленности. Другое мѣсторожденіе находится близъ Гюттенберга въ Каринтіи. Венгрія также располагаетъ обширными залежами шпатоваго желѣзняка въ комитатахъ Гёмереръ и Ципферъ, которые снабжаютъ рудою и верхнесилезскіе заводы Германіи.

Глинистый желѣзнякъ, или сферосидеритъ, представляетъ собою *землистую разновидность шпатоватаго желѣзняка*, содержащую глину или мергель, плотнаго мелкозернистаго строенія. Руда эта встрѣчается въ Англіи, гдѣ она составляетъ почти треть всего руднаго богатства страны. Въ Германіи глинистый желѣзнякъ встрѣчается въ Силезіи и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Вестфаліи; мѣсторожденія *эти впрочемъ большого значенія не имѣютъ*.

Если руда содержитъ настолько значительное количество углистыхъ веществъ, что окрашена въ черный цвѣтъ, то она носитъ названіе углистаго желѣняка, англійское блекбендъ (Blackband). Добыча этой руды близъ Бохума и Герде, гдѣ она встрѣчается совмѣстно съ углемъ, не оправдала возлагавшихся на нее надеждъ, тогда какъ въ каменноугольныхъ рудникахъ Шотландіи эта руда добывается въ большомъ количествѣ.

Ближайшимъ къ шпатоватому желѣзняку является желѣзистый известнякъ, встрѣчающійся въ видѣ большихъ зернисто-кристаллическихъ массъ, съ виду очень похожихъ на плотный сидеритъ. Онъ состоитъ главнымъ образомъ изъ углекислой закиси желѣза и углекислой извести въ измѣняющихся отношеніяхъ, содержитъ часто немного магнезіи или закиси марганца и, если онъ не дорогъ, употребляется предпочтительно вмѣсто известняка въ качествѣ флюса.

Бурый желѣзнякъ или лимонитъ. Названіе бурый желѣзнякъ происходитъ отъ характерной бурой окраски этой руды, тогда какъ названіе лимонитъ, отъ греческаго слова leimon (лугъ), обязано своимъ происхожденіемъ, такъ называемымъ, луговымъ и дерновымъ желѣзнымъ рудамъ, которыя представляютъ собою особую разновидность бурыхъ желѣзняковъ.

Бурый желѣзнякъ встрѣчается часто въ видѣ скрытокристаллическихъ аггрегатовъ лучисто-жилковатаго строенія. Иногда и эти аггрегаты имѣютъ скорлуповатую отдѣльность и извѣстны въ этомъ случаѣ подъ именемъ бурой стеклянной головы.

Гораздо чаще встрѣчается *плотный лимонитъ* съ *раковистымъ изломомъ*, или землистый, въ видѣ бурой или желтой желѣзной охры. Плотный бурый желѣзнякъ представляетъ собою большею частью сплошную массу и встрѣчается въ видѣ болѣе или менѣе мощныхъ залежей или гнѣздъ. Кромѣ того онъ образуетъ желвакообразныя, почковидныя скопленія, носящія названіе желѣзныхъ почекъ. Весьма интересны также встрѣчающіяся значительными массами образованія, состоящія изъ небольшихъ шариковъ, величиной въ среднемъ съ горошину, носящія названіе бобовыхъ рудъ, образующихъ залежи среди глинистыхъ, мергелистыхъ и известковыхъ породъ юрской формаціи. Залежи представляютъ собою сплошные аггрегаты изъ сцементованныхъ между собою маленькихъ желѣзныхъ почекъ, оолитовъ (яйцевидныхъ, икровидныхъ тѣлецъ) и встрѣчаются также большими массами въ нижнемъ отдѣлѣ бурой юры, главнымъ образомъ въ Люксембургѣ и Лотарингіи, гдѣ носятъ названіе minette.

Другою разновидностью лимонита являются такъ называемыя луговыя и дерновыя руды. Онѣ образуютъ отложенія, нерѣдко занимающія зна-



Горное дѣло и металлургія. | Т-во „Просвѣщеніе" въ Спб.

„Гутегоффнунгсгютте": желѣзодѣлательный заводъ близъ Обергаузена.

чительныя площади въ водѣ, въ болотистыхъ низинахъ и встрѣчаются по всей сѣверо-германской низменности отъ Голландіи до Россіи. Озерныя руды, находимыя на днѣ финляндскихъ и шведскихъ озеръ, принадлежатъ также къ этой категоріи.

Бурый желѣзнякъ непрозраченъ, имѣетъ желто-бурую или охряно-желтую черту, твердость 5,5—4,5 и удѣльный вѣсъ 3,4—4,0. Онъ представляетъ собою водную окись желѣза и въ чистомъ видѣ содержитъ 60% металла, но въ дѣйствительности содержаніе желѣза въ бурыхъ желѣзнякахъ вслѣдствіе различныхъ примѣсей бываетъ гораздо ниже. Кромѣ окиси марганца, которая въ незначительномъ количествѣ замѣщаетъ окись желѣза, бурые желѣзняки содержатъ обыкновенно въ видѣ примѣсей глину и кремнеземъ, рѣже углекислую известь. Дерновыя и оолитовыя руды отличаются значительнымъ содержаніемъ фосфора.

Въ Германіи бурый желѣзнякъ является главною желѣзною рудою: такъ называемая minette образуетъ въ Люксембургѣ и Лотарингіи богатѣйшія отложенія, доставляющія $^2/_3$ всѣхъ желѣзныхъ рудъ въ Германіи. Руды эти, мало примѣнявшіяся прежде, такъ какъ высокое содержаніе фосфора дѣлало выплавляемый изъ него чугунъ непригоднымъ для большинства передѣльныхъ операцій, съ изобрѣтеніемъ томасовскаго процесса получили громадное значеніе для германской желѣзной промышленности, доставивъ Германіи большія преимущества въ дѣлѣ производства томасовскаго литого металла. Правда, вслѣдствіе настоящей тарифной политики и все еще отсутствующей канализаціи Мозеля, эти руды не могутъ доставляться въ значительномъ количествѣ на рейнскіе и вестфальскіе заводы, а вывозятся большею частью во Францію и Бельгію, въ то время какъ названные нѣмецкіе заводы должны получать руду изъ Швеціи.

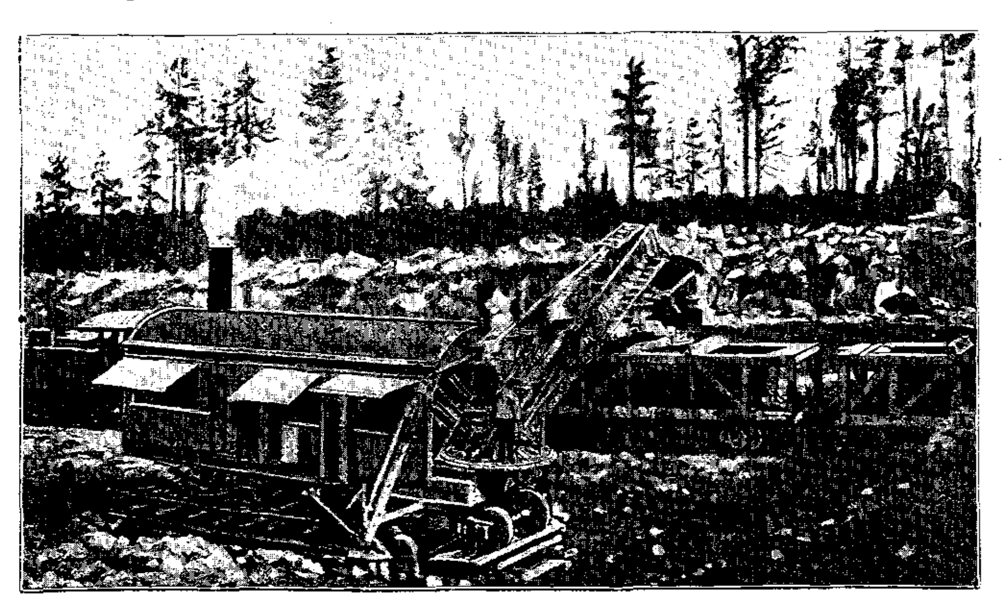
Въ Зигенскомъ округѣ также имѣются бурые желѣзняки, болѣе же значительная добыча ихъ ведется въ южныхъ округахъ на Ланѣ, на Таунусѣ и Вестервальдѣ. Рыхлые бурые желѣзняки встрѣчаются близъ Оснабрюка на Хюггелѣ, далѣе, въ Верхней Силезіи, гдѣ они обыкновенно содержатъ цинкъ и не удовлетворяютъ всей потребности верхнесилезскихъ заводовъ. Бобовыя руды встрѣчаются близъ Ильзеде, Зальцжиттера и Отфрезена, въ незначительныхъ количествахъ близъ Кенигсбронна въ Вюртембергѣ. Мѣсторожденія дерновыхъ рудъ были уже названы выше. Мѣсторожденія бурыхъ желѣзняковъ въ прочихъ странахъ настолько многочисленны, что ихъ перечисленіе повело бы слишкомъ далеко. Въ Россіи наиболѣе богатыя мѣсторожденія бурыхъ желѣзняковъ находятся на Уралѣ и на Керченскомъ полуостровѣ.

Красный желѣзнякъ. Красный желѣзнякъ, или гематитъ, названъ такъ по красному цвѣту своей черты, названіе же гематитъ взято съ греческаго hämatites, что значитъ кровяной камень; гематитъ представляетъ собою жилковатую разновидность краснаго желѣзняка, служащую иногда для выдѣлки различныхъ украшеній, чаще же примѣняемую для полировки и чистки металлическихъ предметовъ. Гематитъ кристаллизуется въ гексагональной системѣ, но встрѣчается чаще въ видѣ сплошныхъ массъ зернисто-кристаллическаго строенія, носящихъ названіе желѣзнаго блеска. Послѣдній переходитъ въ плотный гематитъ, извѣстный подъ названіемъ краснаго желѣзняка. Землистая разновидность его называется красной желѣзной охрой. Когда красный желѣзнякъ состоитъ изъ кристаллическихъ чешуйчатыхъ пластинокъ, напоминающихъ по своему виду слюду, онъ называется желѣзной слюдкой.

Особую разновидность образуетъ гематитъ лучисто-жилковатаго строенія, обладающій скорлуповатой отдѣльностью и называемый красною желѣзною головою.

Цвѣтъ и блескъ различныхъ разновидностей гематита крайне разнообразенъ, часто встрѣчается гематитъ желѣзно-чернаго или стально-сѣраго цвѣта, съ металлическимъ блескомъ, благодаря которому желѣзный блескъ получилъ свое названіе. Цвѣтъ черты всегда красный, иногда темно-красный до красновато-чернаго. Иногда очень тонкіе пластинчатые кристаллы, просвѣчивающіе краснымъ свѣтомъ, являются сросшимися въ рыхлыя, сплошныя массы, носящія названіе **желѣзной сметаны**. Въ плотномъ и жилковатомъ гематитѣ желѣзно-черный и стально-сѣрый цвѣтъ переходитъ въ красновато-сѣрый, буровато-красный до вишнево-краснаго, блескъ — слабый. Землистый гематитъ — буровато-краснаго или кровяно-краснаго цвѣта, съ матовой поверхностью.

Твердость гематита 5,5—6,5, у плотныхъ, жилковатыхъ и землистыхъ



411. **Добыча желѣзной руды паровыми драгами близъ Мессабы въ Миннезотѣ.**

разновидностей она меньше; удѣльный вѣсъ его 5,1—5,3. Онъ слабо магнитенъ или совершенно не магнитенъ. Какъ окись желѣза онъ содержитъ 70% желѣза и 30% кислорода. Постороннія примѣси встрѣчаются преимущественно въ зернистыхъ, плотныхъ и землистыхъ рудахъ и по составу примѣсей различаютъ кремнеземистыя, глиноземистыя, мергелистыя и известковистыя разновидности краснаго желѣзняка.

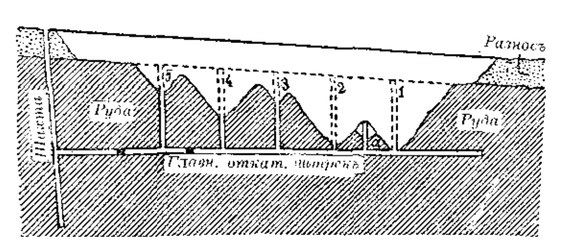
Гематитъ — весьма распространенная и часто встрѣчающаяся руда; онъ попадается въ гнѣздахъ, жилахъ и залежахъ преимущественно въ древнихъ формаціяхъ. Нѣкоторыя изъ его мѣсторожденій пользуются громкой славой, какъ, напр., желѣзный блескъ съ острова Эльбы, употреблявшійся еще римлянами для полученія желѣза. Мѣсторожденія Верхняго Озера въ Сѣв. Америкѣ, въ Кумберлэндѣ и Сѣв. Ланкашейрѣ. Въ Германіи на первомъ планѣ стоитъ область рѣкъ Лана и Дилля, менѣе значительны мѣсторожденія нѣкоторыхъ мѣстностей Вестфаліи, на Гарцѣ, въ Тюрингенскомъ Лѣсу и въ Рудныхъ Горахъ. Значительныя количества превосходной руды находятся въ сѣверной части Испаніи: эта руда въ теченіе уже многихъ лѣтъ проплавляется въ большомъ количествѣ на заводахъ Германіи, Англіи и Бельгіи.

Магнитный желѣзнякъ, или **магнетитъ**. Руда эта получила свое

названіе отъ присущихъ ей магнитныхъ свойствъ. Магнитный желѣзнякъ кристаллизуется въ правильной системѣ, отдѣльные кристаллы иногда образованы неясно; иногда они встрѣчаются массами, въ видѣ свободныхъ зеренъ, и носятъ названіе магнитнаго песка. Большею частью эта руда встрѣчается въ видѣ сплошныхъ массъ скрытокристаллическаго строенія. Цвѣтъ магнетита желѣзно - черный, стально - сѣрый, зернистъ въ разновидностяхъ — также буровато-черный; онъ непрозраченъ, черта черная, хрупокъ, твердость его 5,5 — 6,5, уд. вѣсъ 4,9 — 5,2. Какъ магнитная окись желѣза или соединеніе окиси желѣза съ закисью, магнитный желѣзнякъ содержитъ 31% закиси желѣза и 69% окиси съ 72,4% металлическаго желѣза и представляетъ собою самую богатую изъ желѣзныхъ рудъ. Магнитный желѣзнякъ содержитъ иногда титановую кислоту, которая въ видѣ

412. **Добыча руды колодцами на рудникѣ Куборнъ (Миннезота).**

титановокислой закиси желѣза замѣщаетъ незначительныя количества окиси этого металла. Сплошныя массы магнитнаго желѣзняка встрѣчаются довольно часто и на значительныхъ протяженіяхъ, образуя мощныя залежи или штоки, залегающіе среди гнейсовъ, слюдяного сланца, хлорита и глинистаго сланца, зеленокаменныхъ породъ, зернистыхъ известняковъ и пр.

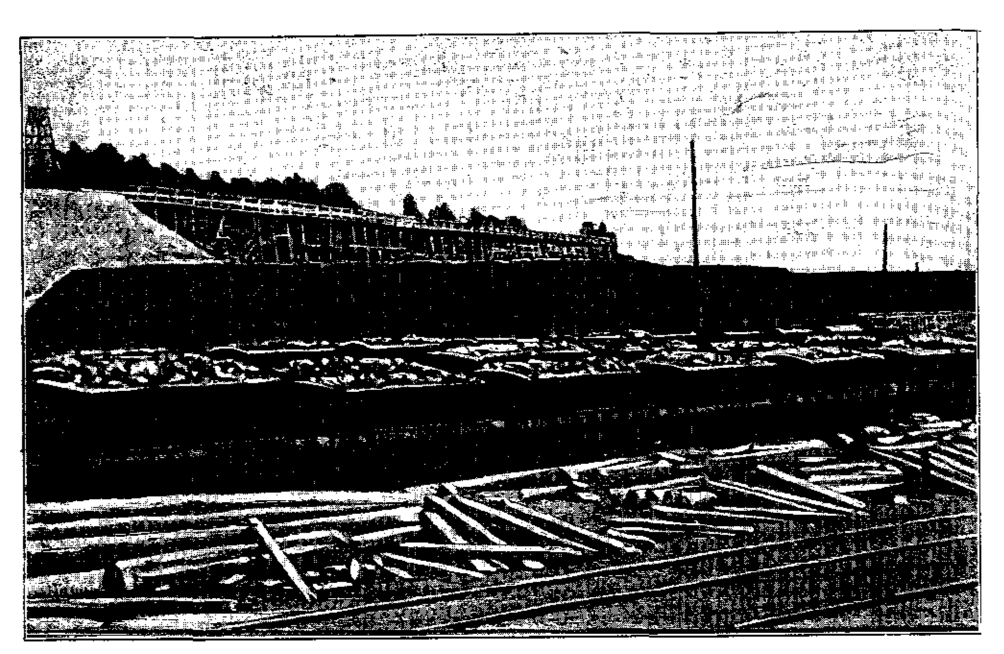


413. **Добыча руды колодцами на рудникѣ Мессаба въ Миннезотѣ.**

Германія располагаетъ лишь немногими и незначительными залежами магнитнаго желѣзняка: онѣ находятся въ Шмидебергѣ въ Силезіи, въ Берггисгюбелѣ въ Рудныхъ Горахъ, близъ Зуля (Suhl) и Эльбитеродъ. Значительныя залежи имѣются въ Испаніи, вблизи Гибралтара. Богатѣйшія залежи магнитнаго желѣзняка находятся въ сѣверной и средней Швеціи, близъ Гелливары и Гренгесберга, а также въ Россіи на Уралѣ.

Какъ разновидность магнитнаго желѣзняка можно разсматривать двѣ другихъ руды, франклинитъ и хромитъ. Въ первой закись желѣза отчасти замѣщена окисью цинка; она встрѣчается въ Нью-Іоркѣ, гдѣ изъ нея сначала извлекается цинкъ, а затѣмъ она идетъ въ плавку на чугунъ. Въ хромитѣ, встрѣчающемся главнымъ образомъ въ Малой Азіи, окись желѣза замѣщена окисью хрома; руда эта идетъ въ обработку на различные хромистые сплавы, на хромистый чугунъ (феррохромъ), наконецъ примѣняется въ желѣзно-заводской техникѣ въ качествѣ огнеупорной набойки.

Желѣзо-содержащіе побочные продукты. Сюда относятся главнымъ образомъ богатые желѣзомъ шлаки отъ фабрикаціи желѣза и стали; наибольшее примѣненіе имѣютъ пудлинговые и сварочные шлаки. Отличнымъ



414. Складъ желѣзной руды въ гавани Лулеа (Швеція).

матеріаломъ для доменной плавки являются шлаки отъ кричнаго производства, находимые въ отвалахъ оставленныхъ заводовъ.

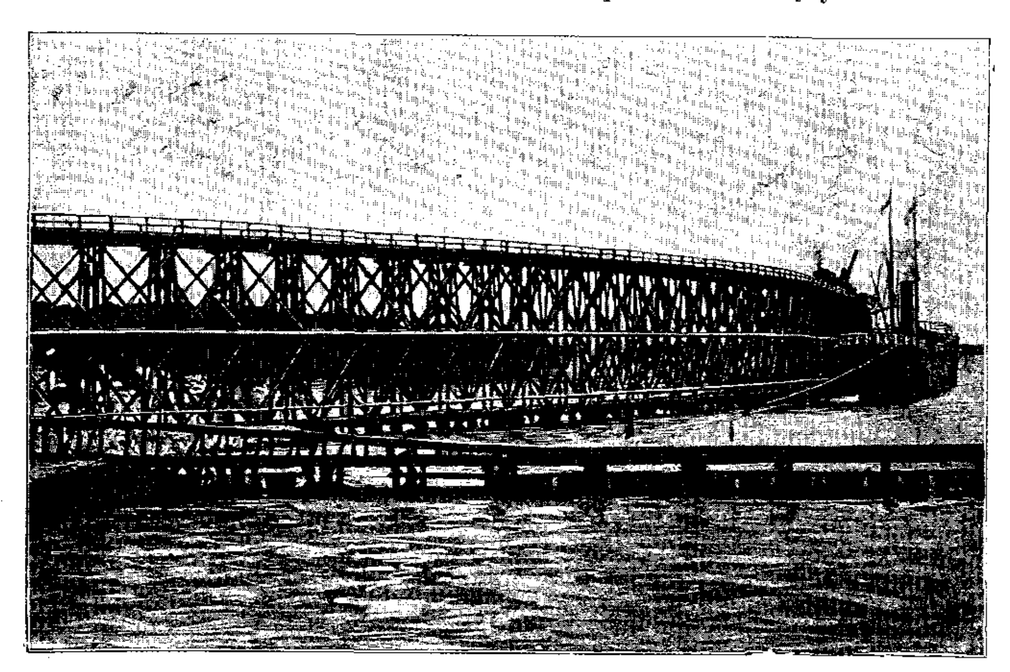
Всѣ эти шлаки отличаются довольно значительнымъ содержаніемъ желѣза; въ особенности цѣнными являются пудлинговые шлаки, такъ какъ они содержатъ столь необходимый для томасовскаго процесса фосфоръ, въ количествѣ до 4%. Вслѣдствіе громаднаго развитія томасовскаго производства эти шлаки сильно поднялись въ цѣнѣ. Въ Германіи большинство старыхъ отваловъ уже выработано, и этотъ матеріалъ, прежде не имѣвшій никакой цѣнности, въ настоящее время привозится въ Германію изъ Англіи и Бельгіи.

Получающаяся при механической обработкѣ желѣза молотовая окалина также является, благодаря очень высокому содержанію желѣза, весьма желательнымъ матеріаломъ для доменной плавки.

Не меньшее значеніе для желѣзнаго производства имѣютъ остатки отъ производства сѣрной кислоты изъ сѣрнаго колчедана, носящіе иногда названіе пурпуровой руды. Изъ остатковъ испанскихъ колчедановъ извлекается предварительно мѣдь, послѣ чего они поступаютъ въ доменную плавку. Изъ колчедана нѣмецкихъ заводовъ извлекается также и цинкъ. Содер-

жаніе желѣза въ этихъ выщелоченныхъ и вполнѣ освобожденныхъ отъ сѣры, мѣди и цинка пурпуровыхъ рудахъ бываетъ обыкновенно до 60% и выше.

Марганцовыя руды. Наиболѣе распространенною марганцовою рудою, примѣняемой для полученія сплавовъ съ высокимъ содержаніемъ марганца, является пиролюзитъ, который однако большею частью содержитъ въ видѣ примѣси окислы желѣза, кремнеземъ, известковый шпатъ и др. Для примѣненія къ выплавкѣ, такъ называемаго, ферро-марганца наиболѣе цѣнными являются тѣ руды, которыя при незначительномъ содержаніи кремнезема содержатъ также мало окиси желѣза. Замѣтное содержаніе фосфора, который при доменной плавкѣ цѣликомъ переходитъ въ чугунъ и тѣмъ



415. **Нагрузочный помостъ гавани Лулеа въ Швеціи.**

затрудняетъ его примѣненіе въ желѣзномъ производствѣ, сильно понижаетъ качество марганцовой руды.

Флюсы. Въ качествѣ плавня для пустой породы, сопровождающей руду, при доменной плавкѣ обыкновенно примѣняется известнякъ. Большею частью примѣсями рудъ являются кремнеземъ и глиноземъ, которые при температурѣ доменной печи сами по себѣ почти неплавки и потому они препятствовали бы непрерывному ходу печи, такъ какъ печь вскорѣ загромоздилась бы пустой породой руды. Поэтому, смотря по составу проплавляемыхъ рудъ, къ нимъ прибавляютъ извѣстное количество плавня, или флюса. Такимъ флюсомъ, при кремнистой и глинистой породѣ рудъ, въ большинствѣ случаевъ служитъ известнякъ, который съ помянутыми двумя составными частями рудной породы образуетъ болѣе или менѣе легкоплавкое соединеніе — шлакъ, который скопляется надъ расплавленнымъ металломъ и легко можетъ быть удаленъ изъ доменной печи.

Если же пустая порода руды состоитъ, главнѣйше, изъ извести, то къ такой рудѣ для ошлакованія извести приходится прибавлять въ качествѣ флюса кремнеземъ въ видѣ кварцеваго песку, или глинистаго сланца, которые съ

известью руды даютъ жидкій шлакъ. Однако въ этомъ весьма благопріятномъ для доменной плавки случаѣ *предпочитаютъ къ известковистой рудѣ* прибавлять руду кремнистую; пустая порода обѣихъ рудъ дополняетъ другъ друга для образованія надлежащаго шлака. Такая плавка будетъ гораздо экономичнѣе, такъ какъ содержаніе желѣза въ шихтѣ въ этомъ случаѣ не понизится, какъ это всегда бываетъ, когда флюсомъ служитъ матеріалъ, не содержащій желѣза. Если принять во вниманіе, что къ нѣкоторымъ рудамъ приходится прибавлять известнякъ въ количествѣ болѣе 40% по вѣсу руды, то понятно будетъ, что производительность доменной печи отъ этого значительно понизится, а съ другой стороны расходъ флюса отражается на стоимости чугуна весьма ощутительнымъ образомъ.

Благодаря значительному распространенію известняковъ въ природѣ является выгоднымъ примѣнять въ качествѣ флюса именно этотъ матеріалъ. Известнякъ, по своему составу — углекислая известь ($CaCO_3$), содержитъ въ чистомъ видѣ 56 вѣс. частей извести и 44 вѣс. части углекислоты. Такимъ образомъ, чтобы ввести въ шихту 100 вѣсовыхъ частей извести, требуется 178,6 вѣс. частей известняка. Углекислота известняка выдѣляется изъ него въ верхнихъ частяхъ доменной печи и уносится, такъ называемыми, доменными газами, и въ образованіи шлаковъ совершенно не участвуетъ. Такъ какъ содержащаяся въ известнякѣ известь имѣетъ цѣлью установить извѣстное отношеніе между кремнекислотой и известью въ шлакѣ, то известнякъ тѣмъ менѣе пригоденъ для этой цѣли, чѣмъ болѣе онъ самъ содержитъ кремнекислоты. Въ этомъ случаѣ собственная кремнекислота известняка потребуетъ для своего ошлакованія извѣстное количество извести, которое такимъ образомъ пропадаетъ для доменной плавки.

Наиболѣе цѣннымъ для желѣзодѣлательнаго производства является зернисто-кристаллическій известнякъ, который по наружному виду своему наиболѣе приближается къ мрамору и содержитъ минимальное количество какъ можно менѣе вредныхъ составныхъ частей. Когда таковаго не имѣется, пользуются обыкновеннымъ, по возможности чистымъ, плотнымъ известнякомъ. Во многихъ случаяхъ въ качествѣ флюса употребляется доломитъ, смѣсь углекислой извести съ углекислой магнезіей. Достоинство флюса опредѣляется химическимъ составомъ и стоимостью.

Подготовка рудъ къ плавкѣ.

Подготовка желѣзныхъ рудъ къ плавкѣ должна быть возможно простою, такъ какъ низкая цѣна этого матеріала исключаетъ возможность болѣе сложной подготовки. Вся подготовка заключается обыкновенно въ томъ, что желѣзную руду измельчаютъ до извѣстной величины кусковъ, подвергаютъ промывкѣ — также возможно простымъ способомъ, и наконецъ, нѣкоторыя руды передъ плавкой подвергаются обжигу.

Механическая обработка состоитъ главнымъ образомъ въ измельченіи руды, причемъ величина кусковъ сообразуется съ величиной доменной печи, для которой руда предназначается. Небольшія печи требуютъ измельченія руды до величины куринаго яйца, тогда какъ въ новѣйшія большія печи можно грузить руду кусками величиною въ булыжникъ, не опасаясь нарушеній правильнаго хода плавки. Измельченіе не слѣдуетъ вести далѣе извѣстнаго предѣла, такъ какъ слишкомъ мелкая, порошкообразная руда частью уносится изъ печи, пропадая для плавки, частью же заполняетъ всѣ промежутки между кусками и препятствуетъ выходу газовъ.

Для измельченія служатъ ручные молота, толчеи, валки, главнымъ же образомъ дробилки.

Измельченіе ручнымъ способомъ даетъ наибольшую равномѣрность ку-

сковъ, при этомъ одновременно можетъ происходить и отдѣленіе нѣкоторыхъ вредныхъ примѣсей. Но этотъ способъ очень дорогой и можетъ быть примѣняемъ лишь въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ рабочая плата не играетъ большой роли въ стоимости полученія чугуна.

Толчеи и валки въ настоящее время также почти совсѣмъ не употребляются, такъ какъ они даютъ много рудной пыли и производительность ихъ сравнительно съ дробилками незначительна.

Дробилка примѣняется, главнымъ образомъ, для рудъ хрупкихъ. Она соединяетъ въ себѣ два преимущества: отличается большой производительностью и даетъ мало пыли.

Промывка примѣняется чаще всего для бобовыхъ и дерновыхъ рудъ, залегающихъ обыкновенно въ глинахъ и пескахъ, которые примѣшиваются къ рудѣ иногда въ значительномъ количествѣ. Процессъ промывки заключается въ механическомъ отдѣленіи этихъ примѣсей помощью поступающей на рѣшето струи воды. Простѣйшее устройство для этой цѣли состоитъ изъ деревянныхъ наклонно поставленныхъ желобовъ, въ которыхъ руда подвергается дѣйствію текущей внизъ по желобу воды, причемъ стоящіе по сторонамъ рабочіе помощью скребковъ нѣсколько разъ передвигаютъ руду на встрѣчу струѣ. При дорогихъ рабочихъ рукахъ однако выгоднѣе производить промывку въ механическихъ устройствахъ, что становится необходимымъ при большомъ количествѣ руды.

Чаще всего для этой цѣли примѣняются вращающіеся барабаны изъ желѣзныхъ листовъ, съ нѣсколько наклоненною осью. Руда поступаетъ въ барабанъ съ одного конца и передвигается постепенно впередъ на встрѣчу струѣ воды, имѣющей обратное направленіе. Вслѣдствіе происходящаго при этомъ тренія пустая порода руды разрыхляется и уносится струей воды. Передвиганіе руды производится автоматически при помощи имѣющихся на внутренней сторонѣ барабана направляющихъ изъ углового желѣза. Барабанъ на обоихъ концахъ закрытъ настолько, чтобы въ барабанѣ задерживалось потребное количество воды.

Химическая подготовка желѣзныхъ рудъ,—обжигъ рудъ, примѣняется чаще, чѣмъ промывка. Подъ обжигомъ разумѣютъ нагрѣваніе руды ниже температуры ея плавленія, при чемъ руда подвергается дѣйствію нагрѣтаго воздуха.

Обжигъ имѣетъ цѣлью отчасти разрыхлить руду, чтобы облегчить возстановленіе и отчасти удалить изъ руды летучія вредныя примѣси. Разрыхленіе руды не имѣетъ большого значенія для современныхъ большихъ печей, такъ какъ такое разрыхленіе происходитъ уже въ самой печи, въ верхнихъ ея частяхъ, почему многія руды въ настоящее время вовсе не обжигаются.

Обжигаются передъ плавкой, главнѣйше, шпатоватые желѣзняки. Въ доменной печи вся углекислота должна быть выдѣлена изъ руды прежде, чѣмъ начнется возстановляющее дѣйствіе газовъ. Выдѣленіе же углекислоты имѣетъ мѣсто лишь при температурѣ свыше 800° Ц., такъ что шпатовый желѣзнякъ проходитъ доменную печь до того мѣста, гдѣ господствуетъ названная температура, не испытавъ никакого измѣненія. Если же углекислота выдѣлена изъ руды, то дѣйствіе газовъ на послѣднюю можетъ начаться гораздо раньше, благодаря чему плавка становится болѣе экономичной. Поэтому эти руды обжигаются уже на мѣстѣ ихъ добычи, отчего онѣ теряютъ около 30% своего вѣса и могутъ выдержать болѣе длинную перевозку до мѣста плавки, что при высокихъ желѣзнодорожныхъ тарифахъ имѣетъ громадное значеніе. При обжиганіи шпатовыхъ желѣзняковъ закись желѣзной руды переводится кислородомъ воздуха въ легко возстановимые высшіе окислы желѣза. Вполнѣ установленъ въ настоящее

время тотъ своеобразный фактъ, что желѣзныя руды гораздо легче отдаютъ свой кислородъ, когда послѣдній находится въ соединеніи съ желѣзомъ въ видѣ окиси, чѣмъ въ видѣ закиси. Такимъ образомъ руда, содержащая много кислорода, легче проплавляется въ доменной печи, чѣмъ руда, болѣе бѣдная кислородомъ, такъ какъ окись желѣза легче возстановляется въ желѣзо, чѣмъ закись. Въ шпатоватыхъ желѣзнякахъ закись желѣза переходитъ при обжигѣ въ закись-окись, вообще въ высшую степень окисленія, вслѣдствіе чего уменьшается расходъ горючаго на возстановленіе руды въ доменной печи. Наконецъ при обжигѣ шпатовыхъ желѣзняковъ, какъ и другихъ желѣзныхъ рудъ, теряется часть содержащейся въ нихъ сѣры, которая, соединяясь съ кислородомъ воздуха, улетаетъ въ видѣ сѣрнистаго ангидрида.

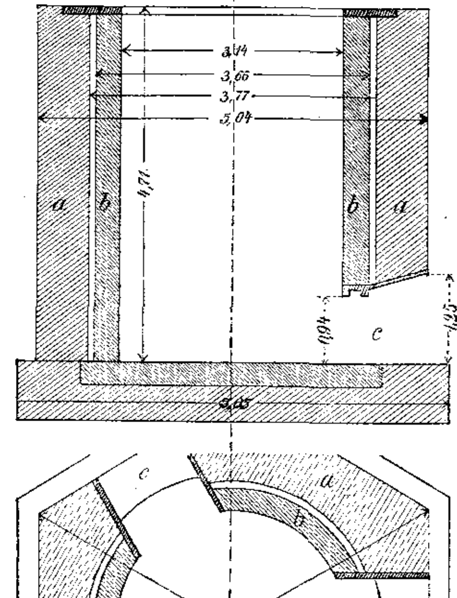
Наиболѣе выгоднымъ является обжиганіе углистыхъ желѣзняковъ, такъ какъ необходимое для обжига горючее входитъ въ составъ руды. Такимъ образомъ расхода горючаго для процесса обжиганія при этихъ рудахъ не требуется.

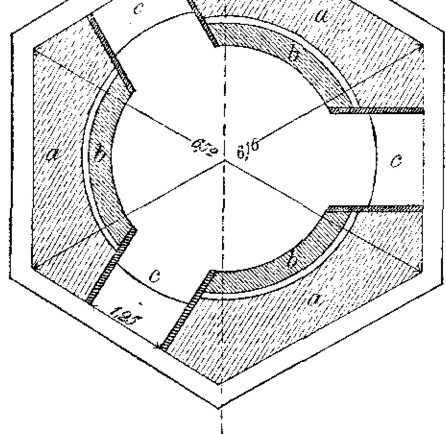
Обжигъ магнитныхъ желѣзняковъ имѣетъ цѣлью, во-первыхъ, перевести значительную часть магнитной закись-окиси желѣза въ окись и, во-вторыхъ, разрыхлить по возможности руду, чтобы облегчить возстановленіе ея окисью углерода. Обжигъ этой руды имѣетъ поэтому большое значеніе для плавки на древесномъ углѣ и при обжигѣ слѣдуетъ наблюдать за тѣмъ, чтобы руда не спекалась, такъ какъ въ этомъ случаѣ вторая изъ указанныхъ цѣлей обжига не будетъ достигнута. При плавкѣ на древесномъ углѣ предварительный обжигъ рудъ имѣетъ еще и то значеніе, что онъ способствуетъ удаленію сѣры изъ рудъ. Сама плавка ведется въ этомъ случаѣ на кислые богатые кремнеземомъ шлаки, которые не могутъ связать содержащейся въ рудѣ сѣры. При плавкѣ на коксѣ это обстоятельство особаго значенія имѣть не можетъ. Коксъ всегда содержитъ нѣкоторое количество сѣры, что заставляетъ вести плавку на основные известковистые шлаки, которые извлекаютъ содержащуюся въ шихтѣ (т. е. въ коксѣ и рудѣ) сѣру и тѣмъ препятствуютъ переходу ея въ чугунъ. Полученіе же основныхъ шлаковъ, отличающихся большею тугоплавкостью, является при коксовой плавкѣ вполнѣ возможнымъ, благодаря высокой температурѣ, развиваемой коксомъ въ печи.

Наиболѣе простымъ способомъ обжига нужно считать примѣняемое уже съ давнихъ временъ о б ж и г а н і е в ъ к у ч а х ъ, гдѣ руда переслаивается съ горючимъ, и обжигъ руды происходитъ на счетъ горѣнія послѣдняго при свободномъ притокѣ внѣшняго воздуха. Горючимъ матеріаломъ при этомъ служитъ древесноугольный мусоръ или каменноугольная мелочь. Куча получаетъ форму плоской усѣченной пирамиды съ прямоугольнымъ основаніемъ. Высота и ширина кучи должна быть сообразована съ величиной кусковъ обжигаемой руды, чтобы воздухъ всюду имѣлъ доступъ, длина же кучи — произвольна.

Для кладки кучи, при рудахъ, не содержащихъ въ себѣ горючихъ веществъ, на сухомъ выравненномъ мѣстѣ насыпаютъ слой легко воспламеняющагося горючаго матеріала, такъ называемую подстилку; на нее располагаютъ слой руды, затѣмъ снова слой горючаго, за нимъ опять слой руды и такъ далѣе, при чемъ по мѣрѣ роста кучи въ вышину постепенно уменьшаютъ толщину слоя горючаго, увеличивая соотвѣтственно толщину слоя руды, такъ какъ верхніе слои нагрѣваются также и теплотой газовъ, подымающихся съ нижнихъ слоевъ кучи. Вся куча затѣмъ покрывается одеждой изъ угольной мелочи, по которой ходятъ при зажиганіи кучи. Продолжительность обжига зависитъ отъ величины кучи и можетъ доходить до нѣсколькихъ недѣль. Такъ какъ куча открыта со всѣхъ сторонъ, то утилизація тепла въ ней мало эконо-

мична, къ тому же направленіе вѣтра оказываетъ часто неблагопріятное дѣйствіе на равномѣрность хода обжига, вслѣдствіе чего стали окружать кучу невысокой каменной стѣной съ множествомъ отверстій, закрываемыхъ кирпичами, черезъ которыя воздухъ для горѣнія имѣетъ доступъ къ кучѣ. Такимъ образомъ получились рудообжигательныя стойла. Обжиганіе въ кучахъ, равно какъ и въ стойлахъ, на которыя можно смотрѣть какъ на прототипъ обжигательныхъ печей, практикуется въ послѣднее время все рѣже и рѣже. Вслѣдствіе дурной утилизаціи теплоты при этомъ процессѣ, онъ находитъ себѣ примѣненіе только при углистыхъ желѣзнякахъ благодаря тому, что не требуетъ расхода горючаго, такъ какъ руда сама содержитъ необходимый для обжиганія уголь.





416 и 417. **Рудообжигательная печь Зигерландскаго типа.**

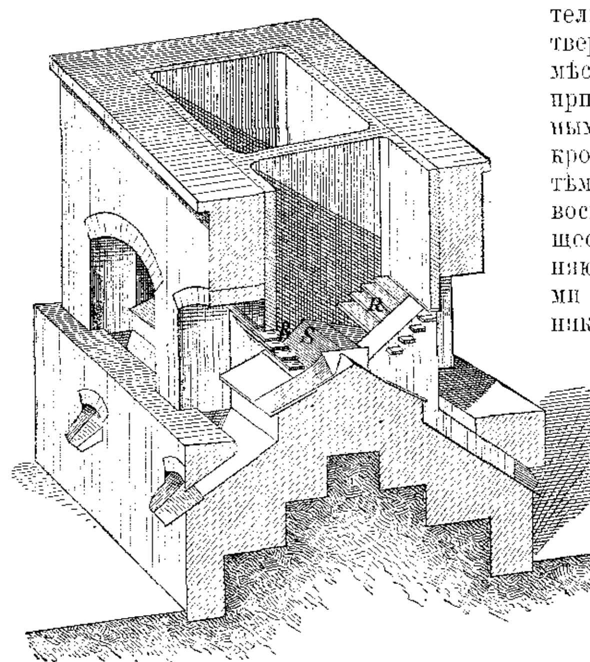
Рудообжигательныя печи. Обжигъ рудъ ведется обыкновенно въ такъ называемыхъ шахтныхъ печахъ. Подлежащая обжигу руда засыпается въ печь черезъ верхнее отверстіе, называемое колошникомъ, причемъ слои руды чередуются со слоями горючаго. Обожженная руда вываливается черезъ нижнія разгрузочныя отверстія. Черезъ тѣ же отверстія поступаетъ необходимый для горѣнія воздухъ. Проходя черезъ раскаленные нижніе слои горючаго, воздухъ сожигаетъ его. Продукты горѣнія, поднимаясь кверху, сначала сами нагрѣваются въ нижнихъ частяхъ печи, а затѣмъ отдаютъ свою теплоту верхнимъ слоямъ руды и горючаго, подогрѣвая ихъ и подготовляя къ обжигу при дальнѣйшемъ опусканіи. Такимъ образомъ теплота въ шахтныхъ печахъ расходуется крайне экономно, самый обжигъ происходитъ равномѣрно и постепенно, такъ какъ всѣ слои руды проходятъ одинъ и тотъ же путь, подвигаясь изъ верхнихъ холодныхъ частей печи въ нижнія нагрѣтыя ея части. Всѣ эти обстоятельства послужили причиною широкаго распространенія шахтныхъ печей при обжигѣ и въ настоящее время обжигъ рудъ въ кучахъ или стойлахъ ведется лишь въ крайне рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ.

Форма и размѣры обжигательныхъ печей, примѣняющихся на чугунноплавильныхъ заводахъ, измѣняются сообразно съ условіями и качествомъ рудъ и потому весьма разнообразны. На рис. 416 и 417 представлена печь съ тремя выгребными отверстіями, примѣняющаяся въ Зигерландскомъ округѣ для обжига шпатоватыхъ желѣзняковъ. Въ названномъ округѣ, равно какъ и въ Силезіи и Саксоніи, примѣняется еще печь, изображенная на рис. 418 и носящая названіе обжигательнаго котла (Röstkessel). Шахта ея имѣетъ форму усѣченнаго конуса, обращеннаго меньшимъ основаніемъ внизъ. Кладка шахты или заключена въ кожухъ изъ листового желѣза или скрѣплена

желѣзными кольцами и покоится на колоннахъ. Такъ какъ шахта внизу совершенно открыта, то выгребаніе руды можетъ происходить изъ подъ печи по всей ея окружности, и такимъ образомъ лещадью для такой печи, служитъ заводскій полъ, выложенный въ этомъ мѣстѣ чугунными плитами.

418. Рудообжигательный котелъ.

Въ Штиріи примѣняются печи прямоугольнаго поперечнаго сѣченія, представленныя на рис. 419. Лещадь такой печи состоитъ изъ двухъ наклонныхъ плитъ S и ступеньчатыхъ колосниковъ R по бокамъ. Въ одномъ каменномъ кожухѣ помѣщено большое число печей; выгребаніе руды производится изъ подъ колосниковъ въ боковой галлереѣ, идущей вдоль печей, руда падаетъ по наклоннымъ желобамъ въ колошниковые вагончики, въ которыхъ и доставляется на колошникъ доменныхъ печей.

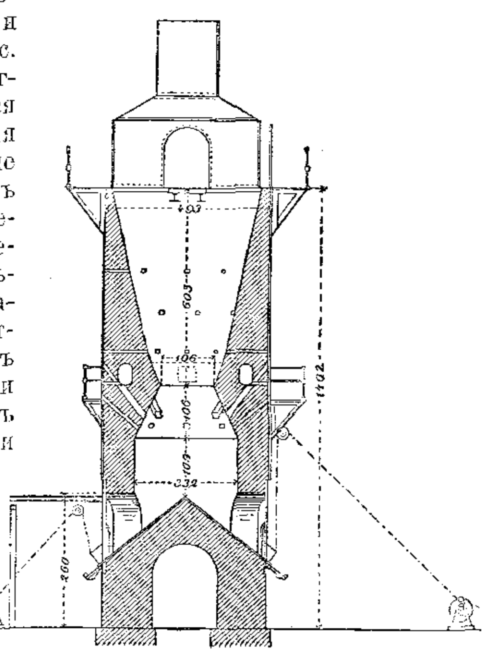


419. Штирійская рудообжигательная печь.

Для пуска въ ходъ обжигательной печи, дѣйствующей на твердомъ горючемъ, что имѣетъ мѣсто въ приведенныхъ выше примѣрахъ, ее наполняютъ крупными кусками руды до верхней кромки выгребныхъ отверстій, затѣмъ располагаютъ слой легко воспламеняющагося горючаго вещества, зажигаютъ его и наполняютъ печь чередующимися слоями руды и горючаго до колошника. Когда горѣніе распространится доверху, руду снизу выгребаютъ и образовавшееся вслѣдствіе этого въ верхней части печи свободное пространство заполняютъ снова горючимъ и рудою. Когда нижній слой руды достаточно обожженъ, его выгребаютъ, дѣлаютъ новую засыпку въ колошникъ и такимъ образомъ устанавливается непрерывный ходъ печи. Работа при печахъ заключается въ выгребкѣ руды, засыпкѣ матеріаловъ и въ устраненіи нарушеній правильнаго хода. Когда ходъ печи стылый, то увеличиваютъ калошу горючаго, и руда, не вполнѣ обожженная, подвергается вторичному обжигу. Горячій ходъ легко вызываетъ спеканіе руды. Спекшуюся массу приходится разбивать ломомъ и удалять изъ печи, что представляетъ нелегкую и продолжительную работу. При засореніи печи, когда газы встрѣчаютъ препятствіе прохож-

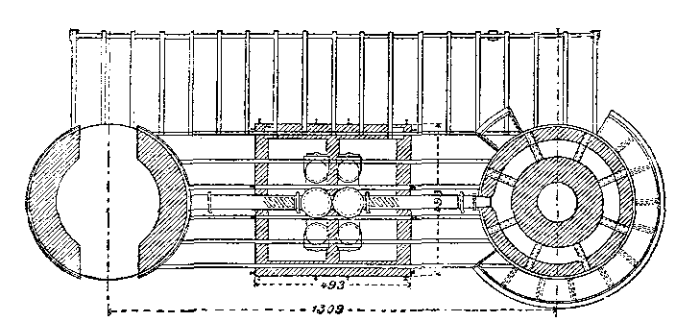
денію черезъ столбъ матеріаловъ, приходится пробивать сверху воздушные каналы, чтобы не дать печи заглохнуть.

Въ Швеціи пользуются для обжига рудъ колошниковыми газами доменныхъ печей. Обжигъ ведется въ газовой рудообжигательной печи Вестмана, представленной на рис. 422. Шахта высотою около 9 м. круглаго сѣченія, нѣсколько расширяется книзу, для того чтобы разрыхленная обжигомъ руда при сходѣ своемъ не встрѣчала препятствій. Доменный газъ изъ окружающаго подъ печи распредѣлительнаго канала поступаетъ черезъ многочисленныя окна въ небольшія камеры и оттуда черезъ рядъ направленныхъ вверхъ радіальныхъ отверстій поступаетъ въ печь. Надъ этими каналами по окружности печи сдѣланъ рядъ рабочихъ отверстій, черезъ которыя рабочіе разбиваютъ ломами спекшіяся массы руды и проталкиваютъ ее на подъ печи. Далѣе идутъ наблюдательныя отверстія для наблюденія за ходомъ печи. Естественной тягой воздухъ засасывается въ печь черезъ выгребныя отверстія, причемъ по пути онъ подогрѣвается свѣже жженой еще горячей рудой. Колошникъ печи закрытъ, газы выходятъ изъ печи четырьмя боковыми трубами, соединяющимися въ одну общую дымовую трубу. Діаметръ колошника около 1,8 метра, діаметръ печи внизу 3 м., подъемъ матеріаловъ совершается обыкновенно механическимъ путемъ.



420. **Рудообжигательная печь на заводѣ Витковицъ.**
Вертикальный разрѣзъ.

Газовыя обжигательныя печи нашли себѣ примѣненіе и въ австрійскихъ Альпахъ для обжига шпатовыхъ желѣзняковъ. Такъ какъ обжигъ этихъ рудъ не требуетъ такой высокой температуры, какъ магнитные желѣзняки, то и конструкція печей потребовалась иная, именно ихъ пришлось строить гораздо ниже. Шахта печи имѣетъ призматическую форму; по длинной сторонѣ къ ней подводится газъ, лещадь состоитъ изъ двухъ наклонныхъ плитъ со ступеньчатыми колосниками по бокамъ, какъ это дѣлается въ штирійскихъ печахъ. Описанныя печи носятъ названіе, по имени ихъ изобрѣтателя, печей **Филлафера**.

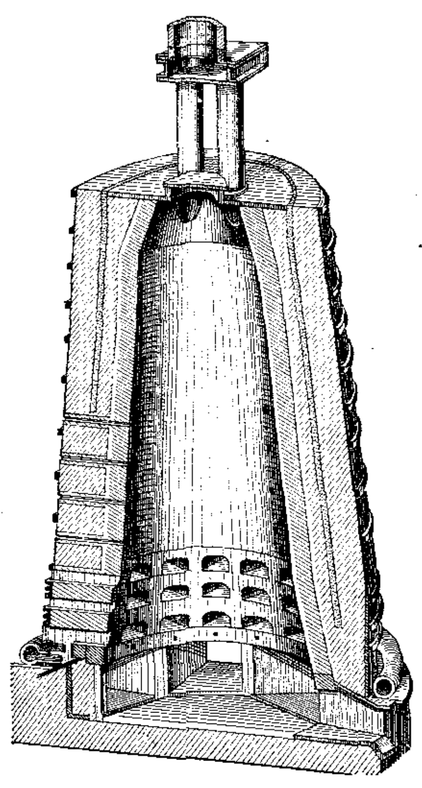


421. **Рудообжигательная печь на заводѣ Витковицъ.**
Планъ.

Доменныя печи.

Форма и устройство доменной печи.

Выше было указано, какимъ образомъ съ примѣненіемъ гидравлической силы къ дѣйствію воздуходувныхъ машинъ старинная сыродутная печь (штукъ-офенъ) постепенно развилась въ современную доменную печь. Въ низкихъ штукъ-офенахъ получали прямо ковкій продуктъ въ видѣ болѣе или менѣе значительныхъ размѣровъ криць, состоявшихъ изъ полусварившихся между собою зеренъ желѣза, тогда какъ въ высокихъ печахъ, въ домнахъ, стали получать жидкій чугунъ, который затѣмъ поступалъ въ передѣлъ на ковкое желѣзо. Первые признаки примѣненія передѣльныхъ операцій можно прослѣдить еще въ первой четверти 15-го столѣтія. Примѣнявшіяся въ то время печи для выплавки чугуна назывались блауофенами (Blauofen или Blaseofen), высота ихъ едва превосходила 3 метра, и только послѣ того, какъ удалось увеличить силу воздуходувокъ, печи стали строиться выше и получили названіе доменныхъ печей (Hochofen). Чтобы увеличить температуру плавильнаго пространства въ нижней части печи, стали сужать ее въ этомъ мѣстѣ, что однако повело къ другимъ неудобствамъ. Чугунъ и шлакъ приходилось выпускать слишкомъ часто, вслѣдствіе чего нарушался правильный ходъ плавки. Поэтому вмѣстилище для жидкаго чугуна и шлака въ печи увеличили, превративъ такъ называемую тигельную задѣлку печи въ зумпфовую, т. е. расширили нижнюю часть горна настолько, что онъ выдвинулся впередъ за предѣлы печи. Характерною особенностью доменныхъ печей, въ отличіе отъ штукъ-офеновъ, была тогда открытая грудь, которая давала возможность проникать внутрь горна для очистки его отъ настылей. Расширеніе нижней части горна за предѣлы печи создало такъ называемый передовой горнъ, который однако во время хода печи, для избѣжанія ея охлажденія, тщательно засыпался коксовою мелочью и глиной.



422. Газовая рудообжигательная печь Вестмана.

Старыя печи были, по сравненію съ современными, очень незначительныхъ размѣровъ. Производительность ихъ въ серединѣ шестнадцатаго вѣка была немногимъ болѣе полутонны въ сутки: эту производительность современныя печи превосходятъ въ 200—500 разъ. До середины семнадцатаго столѣтія доменныя печи работали исключительно на древесномъ углѣ. Прогрессивное истребленіе лѣсовъ заставило почти всѣ государства съ болѣе или менѣе значительною желѣзодѣлательною промышленностью издавать постановленія, ограничивавшія извѣстными предѣлами производство желѣза, чтобы по возможности предупредить угрожавшее имъ исчезновеніе лѣсныхъ участковъ. Было не мало попытокъ, въ особенности въ Англіи, примѣнить

каменный уголь къ доменной плавкѣ, пока наконецъ Аврааму Дудлею не удалось превратить каменный уголъ въ коксъ и тѣмъ дать надлежащее рѣшеніе вопросу о топливѣ для доменныхъ печей. Способъ выплавки чугуна на коксѣ водворился въ Германіи въ концѣ 18 столѣтія въ городѣ Глейвицѣ и оттуда распространился уже по остальной Германіи, такъ что въ настоящее время древесно-угольныя домны встрѣчаются здѣсь весьма рѣдко.

Чугунъ, выплавлявшійся вначалѣ въ доменныхъ печахъ, примѣнялся почти исключительно для отливокъ, причемъ руководились старой, насчитывавшей уже тысячелѣтія своего существованія практикой производства отливокъ изъ бронзы. Чугунъ выпускался изъ печи прямо въ формы и только остатки шли въ передѣлъ на ковкое желѣзо, богатыя же марганцемъ руды, дававшія негодный для литья чугунъ, плавились въ штукъ-офенахъ — предшественникахъ доменныхъ печей, прямо на ковкое желѣзо. Примѣненіе пара вызвало настолько большую потребность въ желѣзѣ, что пришлось перейти къ полученію ковкаго желѣза передѣльнымъ способомъ изъ чугуна, и доменная печь постепенно вытѣснила штукъ-офены. Этому значительно способствовало появившееся въ то же время примѣненіе каменнаго угля къ переработкѣ чугуна въ пламенныхъ печахъ, такъ что въ настоящее время способъ полученія ковкаго желѣза непосредственно изъ рудъ имѣетъ лишь очень ограниченное примѣненіе и почти все потребляемое въ промышленности желѣзо получается путемъ передѣла изъ чугуна. Благодаря этому доменная техника стала все болѣе и болѣе совершенствоваться, такъ какъ все желѣзо нужно было предварительно получать въ видѣ чугуна въ доменныхъ печахъ; производительность печей, не превышавшая въ началѣ 19-го столѣтія пяти тоннъ въ сутки, съ примѣненіемъ паровой силы увеличилась въ десять разъ и съ середины того же столѣтія поднялась настолько, что доменныя печи съ производительностью въ 100 тоннъ принадлежатъ въ настоящее время къ обыкновеннымъ и даже ниже обыкновенныхъ, а самыя большія печи Германіи, какъ на заводѣ Общества Рейнскихъ сталелитейныхъ заводовъ въ Бруктаузенѣ близъ Рурорта, въ состояніи производить до 300 т. въ сутки. На первомъ изъ названныхъ заводовъ двѣ печи въ теченіе многихъ недѣль давали суточную производительность въ 340 т. чугуна, для отправки котораго потребовалось бы 34 десятитонныхъ желѣзнодорожныхъ вагона. Такія громадныя количества чугуна не могутъ быть съ выгодой употребляемы на литье непосредственно изъ доменной печи, такъ какъ единовременно выпускаемая масса чугуна слишкомъ велика, и кромѣ того чугунъ, выплавленный на коксѣ, не вполнѣ пригоденъ для непосредственной отливки. Вслѣдствіе этого чугуно-литейное производство стали мало-по-малу отдѣлять отъ доменныхъ печей, и оно развилось въ совершенно самостоятельную заводскую отрасль. Сорта чугуна, служащіе для передѣла въ желѣзо, смотря по обстоятельствамъ, перерабатываются на томъ же заводѣ, или для этого устраиваются особые заводы. Производство передѣльнаго чугуна въ настоящее время значительно превосходитъ по количеству выплавку литейнаго чугуна; въ Германіи, напримѣръ, передѣльнаго чугуна выплавляется въ настоящее время приблизительно въ шесть разъ больше, чѣмъ литейнаго.

Форма профиля доменной печи. Внутренность доменной печи представляетъ собою шахту, высота которой значительно превосходитъ діаметръ поперечнаго сѣченія. Вверху печь оканчивается колошникомъ, чрезъ который производится засыпка матеріаловъ, а въ нижнюю часть печи вдувается необходимый для горѣнія воздухъ. Газы подымаются навстрѣчу опускающемуся столбу плавильныхъ матеріаловъ и отдаютъ имъ свою теплоту, которая такимъ образомъ остается въ печи. Чугунъ и шлакъ — эти два жидкихъ продукта доменной плавки — скопляются ниже фурмъ и распредѣляются здѣсь по удѣльному вѣсу, такъ что болѣе легкій по вѣсу

шлакъ скопляется надъ расплавленнымъ чугуномъ. Роль газовъ въ доменной плавкѣ двоякая. Они передаютъ теплоту верхнимъ слоямъ руды и служатъ возстановителями для этихъ послѣднихъ. Такъ какъ возстановленіе газообразною окисью углерода экономически выгоднѣе, чѣмъ твердымъ углеродомъ, то нужно стремиться создать возможно болѣе благопріятныя условія для возстановленія руды газами. Руда должна находиться какъ можно дольше въ соприкосновеніи съ возстановляющими газами, не подвергаясь при этомъ преждевременному расплавленію, такъ какъ окись углерода на расплавленныя массы не оказываетъ возстановляющаго дѣйствія. На основаніи этихъ соображеній печь должна расширяться кверху, но постепенно, чтобы плавящіяся массы не сбивались въ суженномъ мѣстѣ и не образовывали сводовъ.

Ширина печи въ нижней ея части, т. е. въ горну, зависитъ отъ упругости дутья: дутье должно проникать въ печь до ея центральной оси, чтобы горѣніе происходило равномѣрно по всему поперечному сѣченію печи. При сопротивленіи, оказываемомъ дутью плавящимися массами, разстояніе, на которое воздухъ можетъ проникать въ печь, доходитъ до 1,5—1,6 метра, такъ что діаметръ горна въ большинствѣ случаевъ не многимъ превосходитъ 3 метра.

Если бы вышеуказанное расширеніе печи выше горизонта фурмъ продолжать до колошника, то печь бы получила форму воронки, діаметръ колошника получился бы слишкомъ большимъ, и равномѣрная загрузка матеріаловъ была бы сопряжена съ большими трудностями. Кромѣ того, треніе о стѣнки въ такой печи было бы очень велико: это затрудняло бы сходъ матеріаловъ и дѣлало бы его неравномѣрнымъ, отчего страдаетъ правильный ходъ печи. Газы подымались бы вдоль боковыхъ стѣнъ печи и въ центрѣ образовался бы конусъ, не тронутый газами. Поэтому предпочитаютъ, начиная съ нѣкоторой высоты, суживать печь кверху, что даетъ болѣе удобный для засыпки діаметръ колошника и уменьшаетъ треніе въ верхней части печи.

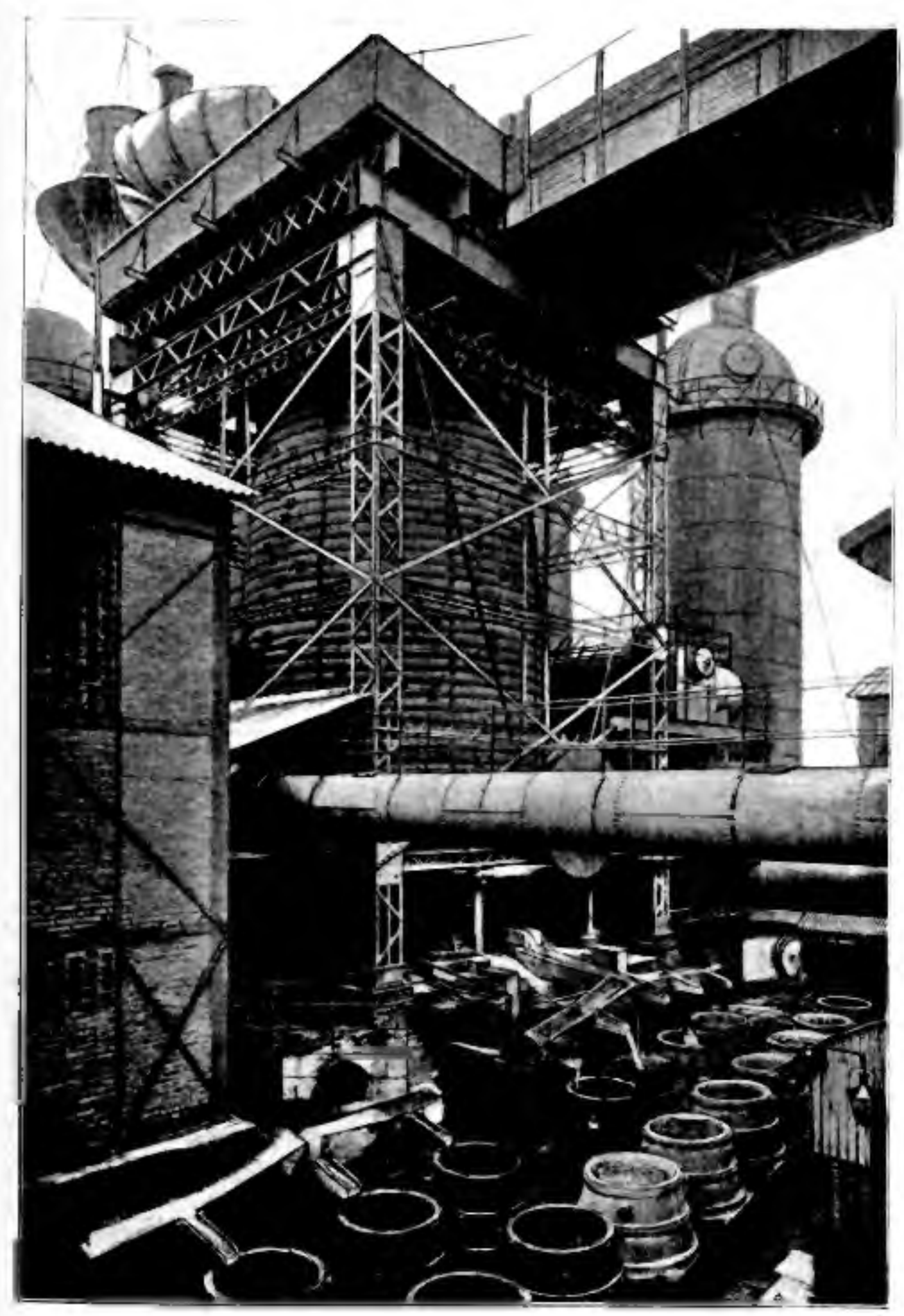
На основаніи этихъ соображеній доменная печь получила форму, представляющую собою два усѣченныхъ конуса, сложенныхъ большими основаніями; внизу она оканчивается цилиндрическою частью, называемой горномъ, а въ той области, гдѣ сходятся оба конуса, въ такъ называемомъ распарѣ, вставляется еще промежуточная цилиндрическая часть для увеличенія вмѣстимости печи.

Внизу доменной печи имѣется горнъ, который плоскостью фурмъ, т. е. плоскостью, проходящею черезъ середины отверстій для входа дутья, дѣлится на верхній и нижній горнъ. Въ основаніи горна лежитъ лещадь; надъ нею въ стѣнкѣ горна находится отверстіе, черезъ которое жидкій чугунъ выпускается изъ печи.

По устройству выпуска шлака различаютъ печи съ открытою грудью и съ закрытою грудью. Печь перваго рода описана была выше, такая конструкція встрѣчается въ настоящее время весьма рѣдко и только въ древесноугольныхъ печахъ.

Почти исключительное распространеніе имѣютъ печи съ закрытою грудью. Внутренность печи при этомъ недоступна извнѣ, шлаки выпускаются изъ печи приблизительно на 40 сант. ниже фурменныхъ отверстій. Горизонтъ фурмъ находится приблизительно на высотѣ 1 метра и выше надъ лещадью печи.

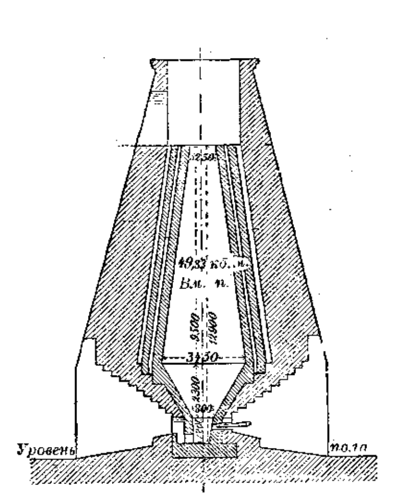
Выше горна находятся заплечики, занимающіе около трети всей высоты печи. Заплечики оканчиваются распаромъ, діаметръ котораго большею частью равняется двумъ седьмымъ всей высоты печи. Распаръ представляетъ собою или только плоскость, или же промежуточную цилиндрическую часть небольшой высоты.



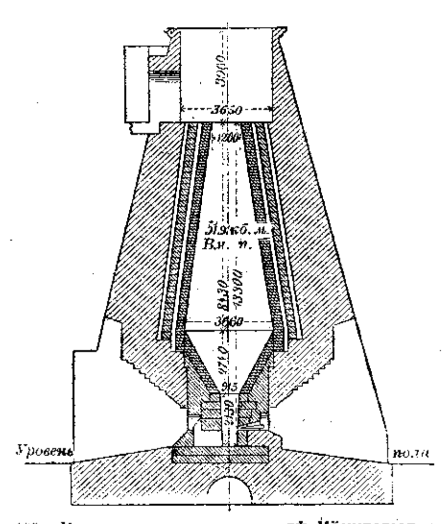
123. Доменная печь новѣйшаго устройства на заводѣ „Дуисбургъ Гохфельдъ"

Шахта, главная часть печи, составляющая почти двѣ трети всей высоты ея, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и больше, оканчивается вверху колошникомъ отъ 3 до 4,5 метра въ діаметрѣ, который измѣняется въ зависимости отъ величины печи.

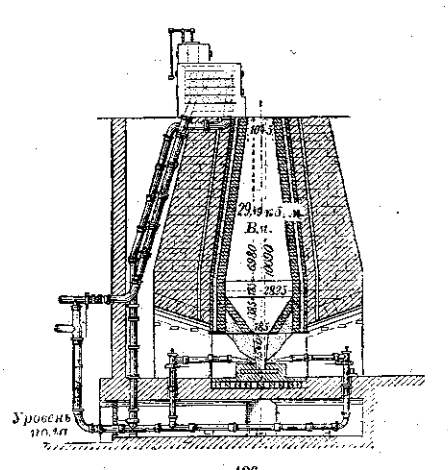
Устройство доменныхъ печей. Прежніе металлурги держались



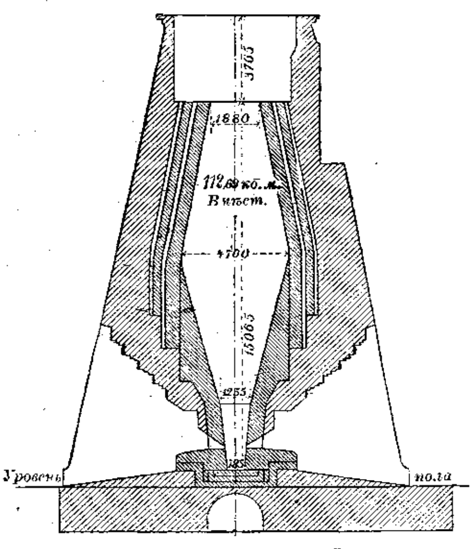
424. Первая коксовая доменная печь въ Германіи на заводѣ Глейвицъ. 1796 г.



425. Коксовая домна на заводѣ Кёнигсгютте 1804—1808 г.



426. Коксовая доменная печь съ нагрѣтымъ дутьемъ на казенномъ заводѣ Заинергютте. 1834 г.

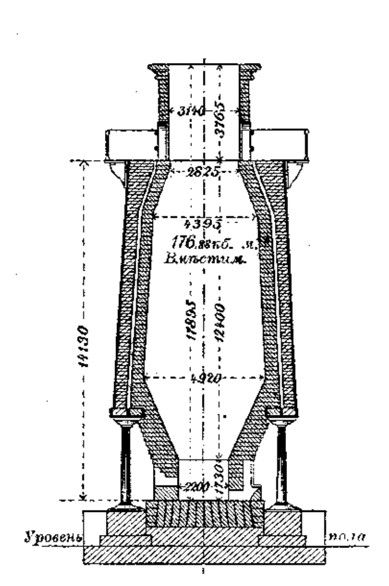


427. Коксовая домна завода Кёнигсгютте. 1850 г.

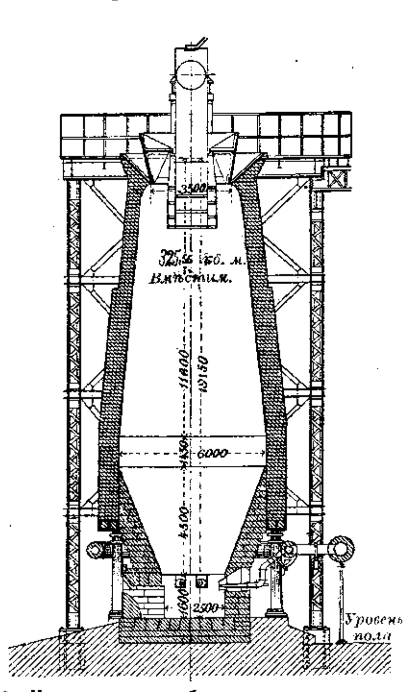
того мнѣнія, что для предупрежденія безполезной потери тепла доменныя печи должны быть окружены возможно толстой одеждой изъ каменной кладки, такъ называемымъ **каменнымъ кожухомъ**. Поэтому въ старыхъ доменныхъ печахъ самая печь была заключена въ каменный массивъ, который въ области горна имѣлъ обыкновенно четыре амбразуры, открывающія доступъ къ фурмамъ, выпускному и шлаковому отверстіямъ. Такія печи старой конструкціи изображены на рис. 424 и 425. Такъ какъ доступъ къ нижней

части печи былъ сильно затрудненъ, то впослѣдствіи стали устраивать горнъ свободный, какъ показано на рис. 426 и 427.

Съ увеличеніемъ размѣровъ доменныхъ печей въ срединѣ девятнадцатаго столѣтія явилась необходимость подвергнуть конструкцію печей нѣкоторымъ измѣненіямъ. Въ Шотландіи впервые началось постепенное уменьшеніе толщины наружнаго кожуха и впослѣдствіи перешли къ совершенному его устраненію, причемъ шахта печи возводилась на колоннахъ и вся печь одѣвалась въ желѣзный кожухъ. Первая нѣмецкая доменная печь описаннаго типа была построена въ 1855 году въ Гатцлингазенѣ на Рурѣ (см. рис. 428). Шотландскія доменныя печи, какъ стали называть печи описаннаго типа, были дешевле, прочнѣе и, вопреки ожиданіямъ, замѣтнаго



428. Первая германская доменная печь шотландскаго типа (безъ наружнаго каменнаго кожуха), построенная на заводѣ Гатцлиггаузенъ близъ Швельма въ 1855 г.



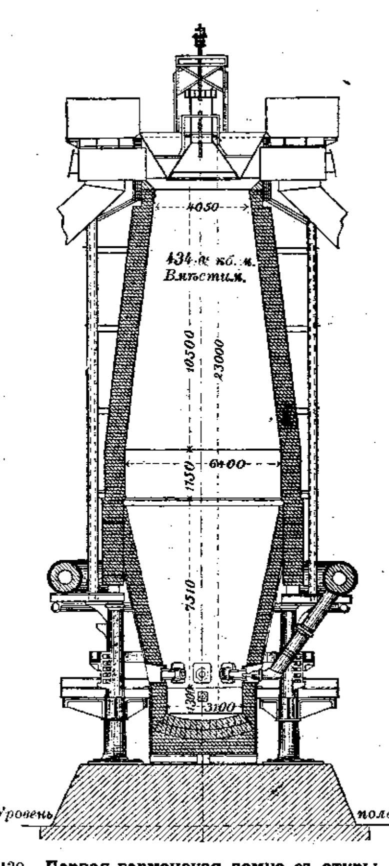
429. Коксовая домна безъ наружнаго кожуха на заводѣ Гёрде въ Вестфаліи. 1886 г.

увеличенія въ расходѣ топлива при этой конструкціи печей не оказалось, такъ что это практическое нововведеніе получило мало-по-малу повсемѣстное распространеніе. Колошниковая площадка, съ которой производится загрузка матеріаловъ, въ старыхъ печахъ съ каменнымъ кожухомъ располагалась на этомъ послѣднемъ, въ печахъ же шотландскаго типа она располагается на кронштейнахъ, укрѣпленныхъ на желѣзномъ кожухѣ. Хотя эта конструкція, по сравненію съ предшествовавшей, является существеннымъ прогрессомъ, тѣмъ не менѣе въ настоящее время и она уже въ большинствѣ случаевъ оставлена.

При производствѣ ремонта оказался очень затруднительнымъ доступъ къ шахтѣ для замѣны отдѣльныхъ шахтныхъ кирпичей новыми: приходилось удалять листы изъ желѣзнаго кожуха, что сопряжено было съ большими неудобствами, кромѣ того, кладка шахты была недоступна наблюденію во время хода плавки; къ тому же желѣзный кожухъ представлялъ собою устройство довольно дорогое. Поэтому шахту стали скрѣплять плоскими желѣзными кольцами, такъ что она является въ современныхъ печахъ совер-

шенно свободной. Такая печь изображена на рис. 429. Колошниковая площадка уже не можетъ въ этомъ случаѣ покоиться на кладкѣ шахты: она располагается на клепанныхъ колоннахъ, какъ показано на упомянутомъ рисункѣ. Въ новѣйшихъ доменныхъ печахъ эти колонны иногда располагаются на колоннахъ, поддерживающихъ шахту (см. рис. 430).

Лещадь доменной печи должна быть устроена особенно тщательно: необходимо именно заботиться о томъ, чтобы отдѣльные кирпичи не могли выйти изъ кладки, такъ какъ въ расплавленномъ чугунѣ они всплыли бы на поверхность. Кирпичи для лещади дѣлаются клиновидной формы и тщательно подгоняются одинъ къ другому (см. рис. 429 и 430). Въ качествѣ матеріала для кладки лещади служатъ весьма огнеупорные, богатые глиноземомъ шамотные кирпичи. Бургерсъ въ Шальке примѣняетъ для этой цѣли кирпичи изъ размолотаго кокса со смолой, въ качествѣ связующаго вещества, а на Ромбахскомъ заводѣ для той же цѣли были примѣнены магнезитовые кирпичи. Несмотря на это, чугунъ часто разъѣдаетъ лещадные кирпичи и просачивается въ швахъ, образуя настои подъ лещадью, почему Люрманъ устраиваетъ горнъ въ свободно стоящемъ желѣзномъ ящикѣ, покоющемся на желѣзныхъ балкахъ. Лещади онъ сообщаетъ бо̀льшую прочность, устраивая ее въ видѣ опрокинутаго свода.



430. **Первая германская домна съ открытымъ горномъ системы Люрмана, построенная въ 1888 г.**

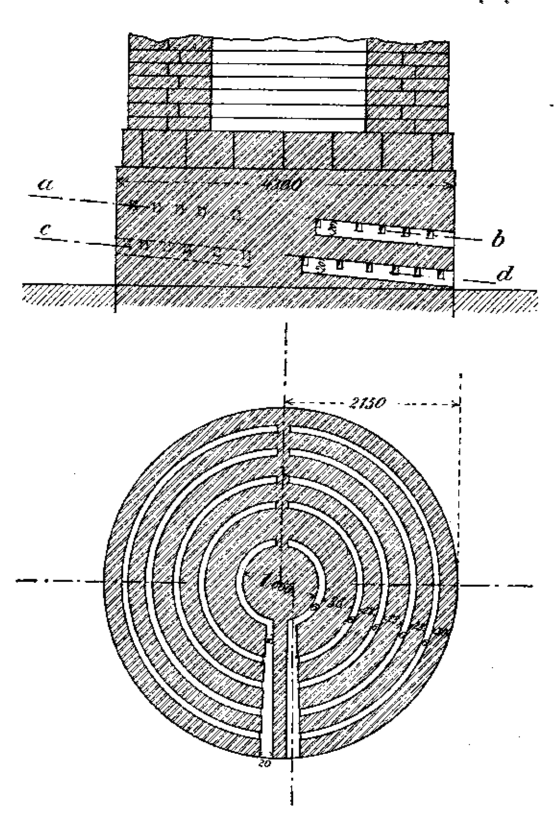
При плавкѣ рудъ, содержащихъ свинецъ, послѣдній, какъ болѣе тяжелый металлъ, собирается подъ жидкимъ чугуномъ. Такъ какъ онъ при этомъ перегрѣтъ значительно выше своей температуры плавленія, то онъ въ высшей степени жидокъ и просачивается въ швы лещадной кладки. Чтобы извлечь этотъ металлъ изъ печи, располагаютъ въ кладкѣ лещади каналы, имѣющіе выходъ наружу. На рис. 431—432 показано сдѣланное горнымъ инспекторомъ Банзеномъ въ Тарновицѣ устройство, нашедшее себѣ большое примѣненіе въ Силезіи, гдѣ проплавляются свинецъ содержащія руды.

Выпускное отверстіе, находящееся непосредственно надъ лещадью, образуется вырѣзомъ, оставляемымъ въ соотвѣтствующемъ горновомъ кирпичѣ. Во время хода печи выпускное отверстіе заткнуто пробкой изъ огнеупорной массы. Выпускъ шлака въ печахъ съ открытою грудью производится черезъ порожный камень. Ш л а к о в а я ф у р м а Л ю р м а н а, введенная послѣднимъ впервые на заводѣ Георгъ Маріенгютте, близъ Оснабрюкка, въ 1867 году, дала возможность совершенно закрыть переднюю часть горна, т. е. грудь доменной печи, что имѣло слѣдствіемъ многія преимущества со стороны большаго постоянства хода доменной печи. Шлаковая фурма Люрмана представляетъ собою усѣченный конусъ съ двойными стѣнками, обращенный меньшимъ основаніемъ во внутрь печи. Въ закрытомъ съ обоихъ концовъ промежуткѣ между стѣнками циркулируетъ вода, предохраняющая

бронзовую фурму отъ расплавленія; фурма помѣщается обыкновенно въ пустотѣлый ящикъ, также охлаждаемый водой.

Фурмы для дутья, расположенныя въ одной плоскости надъ шлаковой фурмой, имѣютъ въ общемъ такое же устройство, какъ и послѣдняя. Дутье подводится къ фурмамъ посредствомъ сопелъ — короткихъ трубокъ, идущихъ къ фурмамъ отъ главной, окружающей печь, кольцевой трубы для горячаго дутья (см. рис. 429 и 430).

Заплечики доменной печи устраиваются такъ, что они независимы отъ шахты и могутъ свободно расширяться. Шахта покоится на составномъ чугунномъ или желѣзномъ кольцѣ и, благодаря устроенному въ верхней ея части подвижному соединенію, можетъ также свободно расширяться и садиться.



431—432. **Каменный подъ для извлеченія свинца и серебра при доменной плавкѣ.**

Въ старыхъ доменныхъ печахъ, строившихся еще до тридцатыхъ годовъ, колошникъ былъ открытый, выходящіе изъ печи газы загорались и заключающаяся въ нихъ теплота пропадала даромъ. Вюртембергскій доменный инженеръ Фаберъ-дю-Форъ воспользовался теплотою горѣнія доменныхъ газовъ для нагрѣва дутья; 3-го декабря 1832 года была пущена въ ходъ первая доменная печь съ нагрѣтымъ дутьемъ. На колошниковой площадкѣ былъ установленъ воздухонагрѣвательный аппаратъ, состоявшій изъ трубъ, по которымъ проходилъ воздухъ передъ поступленіемъ въ фурмы (рис. 426). Трубы снаружи нагрѣвались проведенными въ аппаратъ колошниковыми газами. Вскорѣ эти аппараты, которые ниже будутъ описаны подробнѣе, были установлены на уровнѣ заводскаго пола, такъ какъ они отнимали слишкомъ много мѣста на колошниковой площадкѣ. Колошниковые газы, выходящіе изъ печи, содержатъ еще много горючихъ составныхъ частей, за счетъ которыхъ и происходитъ горѣніе ихъ въ воздухонагрѣвателяхъ.

Для отвода газовъ изъ печи вначалѣ оставляли въ кладкѣ шахты, ниже колошника, отверстія, выходившія въ общій собирательный каналъ, отъ котораго газъ направлялся по отводной трубѣ внизъ. Впослѣдствіи надъ колошникомъ былъ подвѣшенъ колоколъ діаметромъ меньше діаметра колошника, такъ что газы безпрепятственно могли уходить въ отводныя отверстія. Такъ какъ этотъ боковой отводъ газовъ дурно отражался на правильномъ ходѣ плавки, то стали отводить газы центральной трубой. При всѣхъ этихъ газоотводныхъ устройствахъ колошникъ оставался открытымъ, и можно было непосредственно наблюдать за сходомъ матеріаловъ въ печи. Впослѣдствіи колошникъ стали закрывать особыми колпаками и въ настоящее время при-

мѣняются **колошниковые затворы** разнообразныхъ конструкцій. Наиболѣе употребительными изъ нихъ являются: воронка Парри (рис. 430), газоуловительный приборъ фонъ-Гоффа и наконецъ затворъ Лангена (рис. 429). Всѣ эти колошниковые затворы имѣютъ засыпную воронку для помѣщенія матеріаловъ и открываются лишь во время засыпки матеріала въ печь. Непосредственное наблюденіе за сходомъ матеріаловъ въ печи и въ особенности распредѣленіе ихъ по всему сѣченію колошника помощью инструментовъ въ этомъ случаѣ совершенно невозможно.

Къ газоотводной трубѣ непосредственно примыкаетъ газопроводъ; но доменные газы содержатъ часто весьма значительныя количества колошниковой пыли, отъ которой они должны быть предварительно освобождены, такъ какъ эта пыль значительно затрудняетъ горѣніе газовъ, а иногда дѣлаетъ его совершенно невозможнымъ. Осажденіе пыли происходитъ отчасти уже въ длинныхъ газопроводахъ, снабженныхъ особыми отростками, въ которыхъ скопляется пыль. Освобожденіе газовъ отъ пыли происходитъ, главнымъ образомъ, благодаря внезапному измѣненію скорости газовой струи и измѣненію ея направленія. Газъ для этого проводятъ въ большіе ящики изъ желѣзныхъ листовъ, гдѣ и происходитъ осажденіе пыли, или же снабжаютъ эти ящики перегородками, чтобы заставить газъ измѣнять свое направленіе. Газоочистители эти часто имѣютъ внизу водяной затворъ, гдѣ скопляется осаждающаяся пыль, которая въ видѣ шлама выгребается отсюда на ходу печи.

Нагрѣвъ дутья. Какъ уже упомянуто было въ статьѣ объ отводѣ колошниковыхъ газовъ, на Вассеральфингенскомъ заводѣ, **Фабръ-дю-Форъ** впервые воспользовался колошниковыми газами для нагрѣва дутья. Первоначально воздухонагрѣвательные приборы устанавливались на колошниковомъ помостѣ и представляли собою камеру, въ которой были расположены въ нѣсколько рядовъ трубы, соединенныя между собою колѣнчатыми трубами. Дутье отъ воздуходувной машины отводилось къ колошнику и попадало въ первую трубу верхняго горизонтальнаго ряда, проходило по порядку всѣ трубы этого ряда, затѣмъ вступало въ первую трубу нижеслѣдующаго ряда и, пройдя такимъ образомъ всѣ трубы нижеслѣдующихъ рядовъ, оставляло аппаратъ въ нижней его части. Колошниковые газы, благодаря расположеннымъ между отдѣльными горизонтальными рядами трубъ перегородкамъ, принуждены были совершать противоположный путь, и продукты горѣнія трубой отводились на воздухъ. При такомъ устройствѣ прибора приходилось нагрѣтое дутье снова отводить внизъ въ открытыхъ трубахъ и оно теряло много тепла, такъ что температура дутья у фурмъ не превосходила 180—200° Ц. Другимъ недостаткомъ явилось загроможденіе колошниковой площадки; доступъ къ колошниковому отверстію оказался не со всѣхъ сторонъ свободнымъ, а это затрудняло правильную загрузку. Вслѣдствіе этого стали отводить газы несожженными внизъ и сжигать ихъ въ установленныхъ на уровнѣ заводскаго пола воздухонагрѣвательныхъ аппаратахъ.

Вассеральфингенскій воздухонагрѣвательный аппаратъ, въ которомъ струя воздуха проходила всѣ трубы, не развѣтвляясь, не представлялъ собою хорошей утилизаціи тепла, такъ какъ сѣченіе трубъ приходилось выбирать очень большимъ, чтобы скорость воздуха въ нихъ не была чрезмѣрно большою. Но чѣмъ больше сѣченіе трубы, тѣмъ менѣе благопріятно отношеніе ея нагрѣвательной поверхности къ сѣченію, тѣмъ, слѣдовательно, менѣе совершенна передача тепла воздуху. Съ увеличеніемъ размѣровъ доменныхъ печей вліяніе этихъ условій сказывалось все сильнѣе, вслѣдствіе чего первоначальный Вассеральфингенскій приборъ со змѣевиднымъ расположеніемъ трубъ вскорѣ подвергся существеннымъ измѣненіямъ.

Въ болѣе новыхъ воздухонагрѣвательныхъ аппаратахъ струя воздуха распредѣляется по значительному числу трубъ, отвѣтвляющихся отъ глав-



[illegible] заводъ близъ Дюисбурга въ Германіи. [illegible]

наго воздухопровода, такъ что дутье проходитъ черезъ нагрѣвательный аппаратъ множествомъ отдѣльныхъ струй, которыя затѣмъ соединяются снова въ главномъ воздухопроводѣ, идущемъ къ домнѣ. Чѣмъ больше нагрѣвательная поверхность трубъ по отношенію къ количеству нагрѣваемаго воздуха и чѣмъ меньше скорость, съ которою воздухъ проходитъ по трубамъ, тѣмъ совершеннѣе утилизація тепла въ аппаратѣ и тѣмъ дольше сохраняются трубы, такъ какъ при благопріятномъ отношеніи сѣченій онѣ допускаютъ менѣе сильный нагрѣвъ и менѣе портятся. Трубы дѣлаются удлиненно-овальнаго сѣченія, такъ какъ при такомъ сѣченіи онѣ могутъ быть установлены другъ подлѣ друга въ большемъ числѣ и обладаютъ бо̀льшею поверхностью нагрѣва, чѣмъ трубы круглаго сѣченія.

Большое распространеніе нашелъ себѣ, въ особенности въ Вестфаліи, описаннаго типа воздухонагрѣвательный аппаратъ, состоявшій изъ 12-ти горизонтальныхъ рядовъ трубъ, по 4 трубы въ каждомъ, всего, такимъ образомъ, 48 трубъ, заключенныхъ въ одну камеру. Такъ какъ мѣста соединенія трубъ сильно страдали отъ дѣйствія пламени, то ихъ выдвинули за предѣлы сожигательной камеры и предохранили отъ охлажденія воздушнымъ пространствомъ между сожигательной камерой и наружной стѣной. Дутье отъ воздуходувной машины направлялось въ расположенную вверху аппарата главную трубу, отсюда раздѣлялось на 4 струи, изъ которыхъ каждая затѣмъ проходила по направленію внизъ всѣ 12 рядовъ трубъ, которые для лучшаго нагрѣва расположены были другъ относительно друга въ шахматномъ порядкѣ. Всѣ 4 струи внизу соединялись снова въ общую струю, которая по трубѣ для горячаго дутья направлялась къ домнѣ. Колошниковый газъ, прошедшій предварительно черезъ газоочистители, гдѣ онъ освобождался отъ пыли, и воздухъ для его горѣнія вводились въ сожигательную камеру въ нижней части аппарата.

По всей высотѣ аппарата находились боковыя окна, закрытыя во время хода аппарата дверцами. Окна эти служили для наблюденія какъ за ходомъ аппарата, такъ и за состояніемъ трубъ, въ особенности стыковъ. Такъ какъ вслѣдствіе множества соединеній на обоихъ концахъ всѣхъ трубъ происходила частая порча стыковъ, то конструкцію трубъ пришлось измѣнить. Ихъ закрыли съ одного конца и каждую трубу раздѣлили пополамъ продольной перегородкой, такъ что получились двойныя трубы: воздушная струя поступала въ верхнюю часть трубы, шла по направленію къ задней части аппарата, дойдя до конца трубы, поворачивала на 180° и по нижней половинѣ трубы направлялась впередъ и затѣмъ по соединительному колѣну входила въ верхнюю половину слѣдующей нижележащей трубы. Благодаря такому устройству, соединенія трубъ получились только на одной сторонѣ аппарата, и причины растройства стыковъ уменьшились такимъ образомъ на половину. Эти аппараты получили названіе Лотарингскихъ воздухонагрѣвателей.

Длина лежачихъ трубъ этихъ воздухонагрѣвателей не могла однако превосходить извѣстной величины, такъ какъ онѣ въ сильно нагрѣтомъ состояніи могли бы легко сломаться отъ собственнаго вѣса, что повлекло бы за собою весьма сложный ремонтъ. Поэтому для полученія необходимой поверхности нагрѣва приходилось употреблять большое число трубъ, вслѣдствіе чего увеличивалось и число соединеній, а вмѣстѣ съ тѣмъ и возможность порчи стыковъ; къ тому же такіе аппараты, благодаря множеству колѣнъ, оказывались довольно дорогими, а многократныя измѣненія направленія воздушной струи, увеличивая сопротивленіе движенію воздуха, требовали большаго расхода силы воздуходувныхъ машинъ.

Поэтому стали располагать трубы вертикально и примѣнять двойныя трубы, соединенныя вверху колѣномъ, а нижними концами вставленныя въ желѣзный ящикъ, раздѣленный перегородками. Воздухъ подымался по одной

половинѣ двойной трубы и спускался по другой ея половинѣ внизъ въ упомянутый ящикъ, подымался опять по первой половинѣ слѣдующей двойной трубы и такъ далѣе. Трубы эти помѣщались свободно въ сожигательной камерѣ аппарата и такимъ образомъ могли безпрепятственно расширяться и сжиматься. Эти воздухонагрѣватели получили названіе по имени ихъ изобрѣтателя Джерсовыхъ, или по формѣ трубъ — панталонныхъ приборовъ.

Вмѣсто панталонныхъ приборовъ въ Кливлендѣ, а впослѣдствіи также и въ другихъ мѣстахъ, поставили на ящики трубы съ перегородками. Благодаря болѣе легкой отливкѣ этихъ трубъ сравнительно съ панталонными, аппараты эти заслуживаютъ предпочтенія передъ всѣми прочими, такъ какъ производительность ихъ такая же.

Во всѣхъ описанныхъ воздухонагрѣвателяхъ воздухъ проходитъ по чугуннымъ трубамъ, нагрѣваемымъ извнѣ въ камерахъ. Эти воздухонагрѣватели обыкновенно называются воздухонагрѣвателями съ чугунными трубами, или просто чугунными воздухонагрѣвателями. Ихъ характерная особенность та, что они имѣютъ два помѣщенія, одно — гдѣ происходитъ горѣніе, и другое — въ которомъ циркулируетъ нагрѣваемый воздухъ.

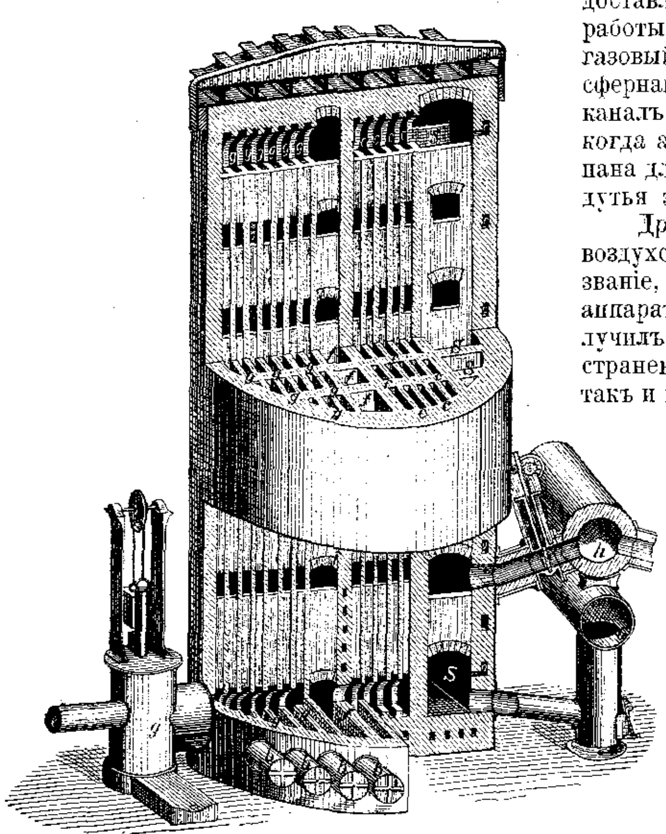
Чугунные воздухонагрѣватели, каково бы ни было расположеніе ихъ трубъ, имѣютъ тотъ общій недостатокъ, что они въ состояніи доводить нагрѣвъ дутья до температуры не выше 500° Ц. Чугунныя стѣнки трубъ быстро перегораютъ, если усилить ихъ накаливаніе; онѣ получаютъ рванины и трещины, и вызываемая этимъ частая смѣна трубъ сильно препятствуетъ правильному ходу печи.

Поэтому весьма существеннымъ успѣхомъ въ техникѣ нагрѣва дутья нужно считать введеніе каменныхъ воздухонагрѣвателей. Въ нихъ воздухъ проходитъ по камерѣ, выложенной огнеупорнымъ кирпичемъ, внутренность которой предварительно сильно накалена. Воздухъ отнимаетъ теплоту у раскаленной кладки, а въ это время въ другомъ аппаратѣ точно также устроенная камера накаливается сожиганіемъ въ ней доменныхъ газовъ. Отъ времени до времени перемѣняютъ направленіе теченія газовъ и воздуха, дутье пускаютъ въ разогрѣтый аппаратъ, а работавшій „на воздухѣ“ аппаратъ снова нагрѣвается. Устройство этихъ воздухонагрѣвательныхъ аппаратовъ основано на томъ же самомъ принципѣ, что и регенераторовъ въ печахъ Сименса. Каменные воздухонагрѣватели имѣютъ только одно помѣщеніе, которое попеременно то накаливается горящими доменными газами, то затѣмъ нагрѣваетъ дутье, чѣмъ они характернымъ образомъ отличаются отъ чугунныхъ, имѣющихъ, какъ мы видѣли выше, два помѣщенія.

Каменные воздухонагрѣватели допускаютъ нагрѣвъ дутья до 700—900° Ц. Поэтому они пользуются большимъ распространеніемъ, чѣмъ чугунные, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ при доменной плавкѣ важно имѣть дутье высокой температуры. Аппараты эти состоятъ изъ кирпичной кладки, заключенной въ массивный воздухонепроницаемый кожухъ изъ котельнаго желѣза. Расположеніе кирпичей въ кладкѣ бываетъ весьма разнообразно. Каждая доменная печь требуетъ не менѣе трехъ такихъ аппаратовъ, изъ которыхъ два въ ходу, а третій обыкновенно въ чисткѣ или ремонтѣ. Температура дутья непосредственно послѣ періода нагрѣва аппарата — наивысшая, затѣмъ она постепенно убываетъ. Для избѣжанія значительныхъ колебаній температуры, въ послѣднее время стали строить аппараты большой высоты, до 30 метровъ и даже выше, такъ что колебанія температуры сдѣлались почти незамѣтными.

Изъ двухъ конструкцій, имѣющихъ наибольшее распространеніе, опишемъ сначала въ краткихъ чертахъ аппаратъ Витвеля, пользующійся въ

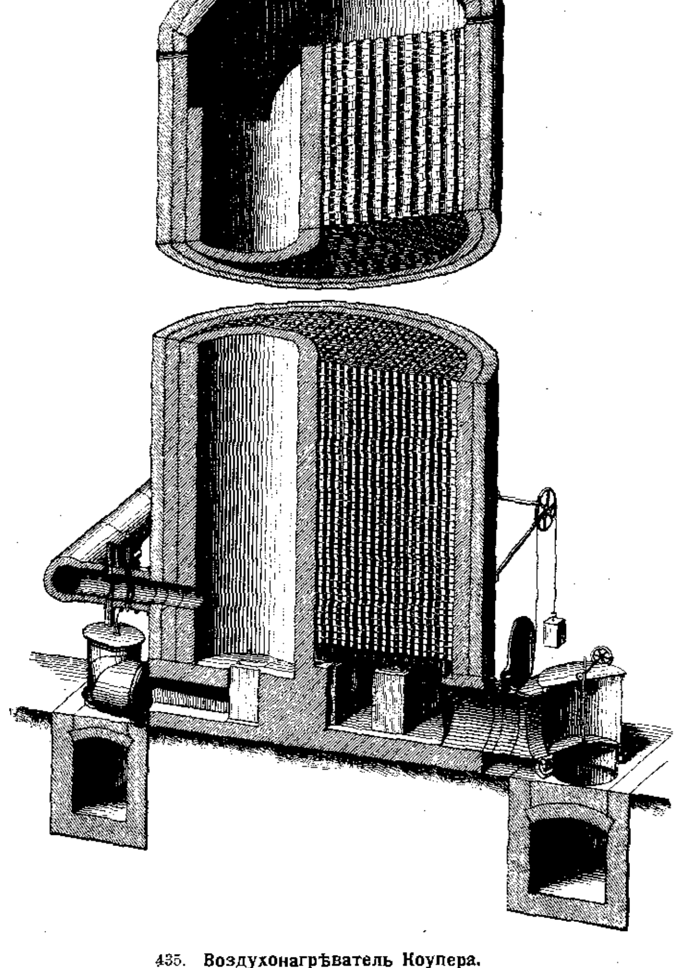
настоящее время довольно ограниченнымъ распространеніемъ. Аппаратъ Витвеля представленъ на рис. 434. Изъ газопровода *G* газъ вступаетъ въ сожигательную шахту *S*, снабженную распорочными стѣнками; каналами *a* и окнами въ шахту входитъ воздухъ для горѣнія газа. Дойдя до верху, газы опускаются по каналамъ *C*, затѣмъ каналами *f* снова подымаются и многочисленными каналами *g* опускаются внизъ, откуда и отводятся въ дымовой каналъ и трубу. Воздухъ для дутья совершаетъ противоположный путь, онъ входитъ по трубѣ *e* и уходитъ въ трубу *h*, по которой горячее дутье доставляется къ печи. Во время работы аппарата „на воздухѣ" газовый каналъ, окна для атмосфернаго воздуха и дымовой каналъ закрыты и наоборотъ, когда аппаратъ „на газу", клапана для холоднаго и горячаго дутья закрыты.



434. **Приборъ Витвеля для нагрѣва дутья.**

Другой видъ каменныхъ воздухонагрѣвателей носитъ названіе, по имени изобрѣтателя, аппарата Коупера. Онъ получилъ наибольшее распространеніе, какъ въ Европѣ, такъ и въ Америкѣ. На рис. 435 представленъ такой аппаратъ въ разрѣзѣ. Внутри аппаратъ состоитъ изъ сожигательной шахты овальнаго сѣченія, въ которую снизу входитъ газъ. Воздухъ для горѣнія входитъ частью непосредственно надъ газомъ, частью же подогрѣвается предварительно въ кладкѣ и затѣмъ входитъ въ аппаратъ въ верхнихъ частяхъ шахты. Дойдя до канала, газы измѣняютъ свое направленіе, многочисленными каналами спускаются внизъ и здѣсь оставляютъ аппаратъ, уходя въ дымовой каналъ. Послѣ перевода клапановъ воздухъ проходитъ аппаратъ по направленію, противоположному вышеописанному: онъ входитъ подъ сводиками, на которыхъ расположены шахтообразные каналы, подымается по этимъ каналамъ вверхъ и нагрѣвается ихъ накаленными стѣнками; достигнувъ купола, струя воздуха поворачиваетъ къ шахтѣ, по ней спускается и черезъ клапанъ уходитъ въ трубу для горячаго дутья, которая и направляетъ это дутье къ домнѣ. Чтобы проникнуть въ аппаратъ для чистки, въ куполѣ устроены лазы. По охлажденіи аппарата въ него входятъ рабочіе и производятъ чистку каналовъ, каждаго отдѣльно, при помощи желѣзной щетки, къ которой подвѣшенъ чугунный шаръ въ качествѣ груза. Скопившаяся внизу пыль удаляется черезъ особыя отверстія, расположенныя по окружности аппарата у его основанія.

Чѣмъ больше нагрѣвательная поверхность аппарата, тѣмъ экономичнѣе онъ производитъ работу *нагрѣва дутья*. Благодаря особому расположенію кирпичей кладки, аппаратъ Коупера, при одинаковыхъ наружныхъ размѣрахъ, обладаетъ поверхностью нагрѣва въ $1^1/_2$ раза большею, чѣмъ аппаратъ Витвеля. Путь, проходимый газами и воздухомъ, въ аппаратѣ Коупера короче, чѣмъ въ Витвелевскомъ. Кромѣ того, послѣдній, *благодаря* частой перемѣнѣ направленія воздуха *внутри аппарата*, требуетъ большаго расхода силы машины, чѣмъ *Коуперовскій* воздухонагрѣватель. Однако первые удобнѣе для *чистки*, которая можетъ производиться и во время дѣйствія аппарата, что при аппаратѣ Коупера не возможно.

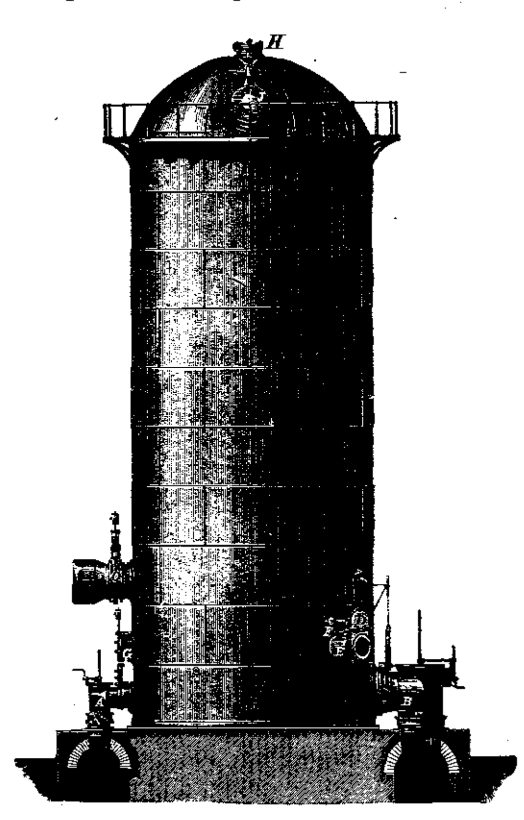


435. **Воздухонагрѣватель Коупера.**

Нагрѣвательные каналы въ аппаратѣ Коупера бываютъ квадратнаго, шестиугольнаго или круглаго сѣченія. Путь, по которому направляются газы и воздухъ, естественно долженъ быть кратчайшій, поэтому онъ будетъ проходить преимущественно посрединѣ между шахтой и выпускнымъ (для продуктовъ горѣнія) клапаномъ въ первомъ и впускнымъ (для воздуха) — во *второмъ* случаяхъ. Боковые каналы будутъ работать сравнительно мало. Для устраненія этого недостатка примѣняются *различные способы*, сущность которыхъ заключается въ увеличенія сопротивленія движенію воздуха въ среднихъ каналахъ, чтобы тѣмъ заставить его проходить и по боковымъ каналамъ.

На рис. 436 изображенъ внѣшній видъ аппарата Коупера, какъ онъ обыкновенно строится заводомъ Гейнтцманъ и Дрейеръ въ Бохумѣ, *A* — газовый клапанъ, *B* — клапанъ для дымохода, *C* — клапанъ для горячаго дутья, *D* — клапанъ для холоднаго дутья, *E* — воздухопроводъ отъ машины, *F* — клапанъ для выпуска избытка находящагося въ аппаратѣ воздуха при переводѣ его съ „воздуха“ на „газъ“. Въ *G* входитъ воздухъ для горѣнія, *H* и *I* суть лазы.

На рис. 437, 439 и 440 представленъ поворотный клапанъ Бургерса во время трехъ различныхъ періодовъ, въ которыхъ находится аппаратъ. Рис. 437 показываетъ положеніе клапана въ періодъ нагрѣва аппарата: съ одной стороны колошниковый газъ черезъ впускной клапанъ входитъ въ шахту аппарата, а съ противоположной стороны продукты горѣнія черезъ другой клапанъ уходятъ въ дымовой каналъ. На рис. 439 приставной патрубокъ клапана по обѣ стороны аппарата отвернутъ, аппаратъ работаетъ „на воздухъ", газоводопроводъ и дымовой каналъ, слѣдовательно, разобщены съ аппаратомъ. На рис. 440 показано положеніе клапана въ періодъ чистки аппарата. На рис. 438, 441—444 представлены остальныя арматурныя части воздухонагрѣвателя Коупера.

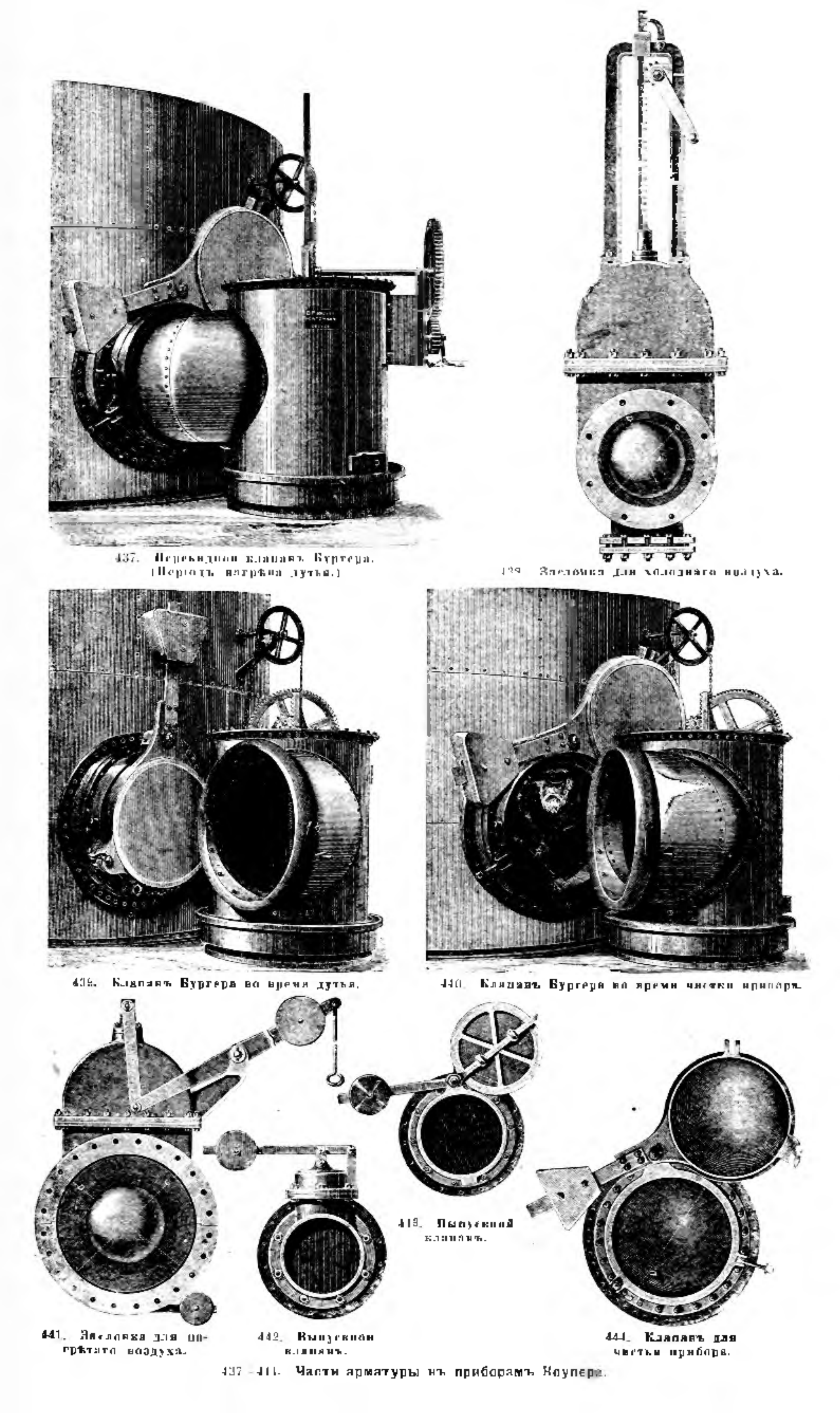


436. Воздухонагрѣватель Коупера, конструкція фирмы Гейнтцмана и Дрейера въ Бохумѣ.

Воздуходувки. Въ прежнія времена дутье доставлялось къ доменнымъ печамъ кожаными клинчатыми мѣхами, приводившимися въ движеніе водяной силой или отъ руки человѣкомъ. Въ срединѣ XVIII столѣтія появились ящичные мѣха, которые однако въ концѣ того же столѣтія замѣнены были цилиндрическими мѣхами, о принципѣ устройства которыхъ уже упомянуто было вначалѣ, во вступительной части.

Воздуходувныя машины приводятся въ движеніе паромъ, который получается въ котлахъ, отапливаемыхъ доменными газами или, если на доменномъ заводѣ имѣются коксовыя печи, то также и газами этихъ послѣднихъ.

Старыя воздуходувныя машины строились большею частью одноцилиндровыми, въ новѣйшее время почти исключительно примѣняются многоцилиндровыя воздуходувныя машины. На рис. 445 представлена балансирная воздуходувная машина австрійскаго доменнаго завода въ Швехатѣ, близъ Вѣны. Она имѣетъ два паровыхъ цилиндра и одинъ воздуходувный. Заводъ Кокериль въ Серенгѣ, въ Бельгіи, издавна строитъ вертикальныя воздуходувныя машины, въ которыхъ воздуходувный цилиндръ помѣщается надъ паровымъ; между послѣднимъ и первымъ ходитъ вверхъ и внизъ поперечина, соединенная съ двумя шатунами. Эти воздуходувки требуютъ весьма высокаго машиннаго зданія, и при движеніи обоихъ поршней вверхъ всѣ подвижныя части приходится поднимать, тогда какъ при движеніи поршней внизъ они же помогаютъ работѣ пара. Поэтому, для уравновѣшиванія означенныхъ сопротивленій, соединяютъ двѣ такихъ машины вмѣстѣ; если же условія этого не допускаютъ, то для этой же цѣли въ патронѣ маховыхъ колесъ устраиваютъ противовѣсы. Вертикальныя воздуходувныя машины съ однимъ шатуномъ носятъ названіе кливлендскихъ воздуходувныхъ машинъ, по имени



437. Перекидной клапанъ Бургера. (Періодъ нагрѣва дутья.)

438. Задвижка для холоднаго воздуха.

439. Клапанъ Бургера во время дутья.

440. Клапанъ Бургера во время чистки прибора.

441. Задвижка для нагрѣтаго воздуха.

442. Выпускной клапанъ.

443. Выпускной клапанъ.

444. Клапанъ для чистки прибора.

437—444. Части арматуры къ приборамъ Коупера.

445. Воздуходувная машина на заводѣ Австрійско-Альпійскаго Общества въ Швегатѣ.

446. Воздуходувная машина завода Георгъ Маріенгютте въ Оснабрюккѣ.

одного изъ желѣзодѣлательныхъ районовъ Англіи, гдѣ этотъ типъ машинъ впервые получилъ примѣненіе. Въ машинахъ этого типа паровой и воздуходувный цилиндры стоятъ непосредственно другъ надъ другомъ, поршневой штокъ продолжается внизъ и кончается крестовиной, скользящей между двумя вертикальными направляющими. Валъ машины находится на уровнѣ пола. Существеннымъ различіемъ между обоими описанными типами является то, что соединеніе съ шатуномъ во второмъ случаѣ происходитъ подъ обоими цилиндрами, а въ машинѣ завода Серенгъ между ними, при помощи поперечины.

Горизонтальныя воздуходувныя машины имѣютъ общій поршневой штокъ для воздуходувнаго и парового цилиндровъ; на одномъ концѣ штокъ соединяется съ шатуномъ, вращающимъ маховое колесо. Паровой цилиндръ находится по срединѣ между маховикомъ и воздуходувнымъ цилиндромъ. Эти машины строятся какъ съ однимъ паровымъ цилиндромъ и однимъ воздуходувнымъ, такъ и съ двумя парами цилиндровъ.

Преимущества горизонтальныхъ машинъ передъ вертикальными заключаются въ большей дешевизнѣ установки, болѣе легкомъ уходѣ, онѣ доступны со всѣхъ сторонъ и потому легче содержатся въ порядкѣ. Недостаткомъ горизонтальныхъ воздуходувокъ является одностороннее изнашиваніе нижнихъ стѣнокъ цилиндровъ. Для устраненія этого недостатка стремятся дѣлать поршни возможно легкими, а штоки поршней напротивъ большого сѣченія и пустотѣлыми. Кромѣ того, штокъ пропускаютъ еще черезъ заднюю крышку воздуходувнаго цилиндра, чтобы сообщить ему возможно правильное направленіе.

На рис. 446 представлены двѣ воздуходувныя машины завода Георгъ-Маріенгютте близъ Оснабрюкка. Обѣ машины горизонтальныя, двойного расширенія съ охлажденіемъ пара, сила каждой машины около 600 паровыхъ лошадей. Діаметръ цилиндра высокаго давленія 950 мм., діам. цил. низкаго давленія — 1040 мм., діаметръ воздуходувнаго цилиндра — 1900 мм. Общій ходъ поршня 1500 мм., давленіе пара въ котлѣ 8 атмосферъ. Машины, дѣлая 32 оборота, доставляютъ въ минуту 500 куб. метровъ воздуха подъ давленіемъ до 0,8 атмосферы. При низшемъ давленіи воздуха машины могутъ дѣлать 48 оборотовъ, что увеличиваетъ производительность машины до 750 куб. метр. воздуха въ минуту. Въ 24 часа обѣ машины должны доставить въ печь и прогнать до ея колошника количество дутья вѣсомъ около 1400 тоннъ. Для перевозки такой тяжести потребовалось бы 140 товарныхъ вагоновъ по 600 пудовъ вмѣстимостью, для передвиженія которыхъ потребовалось бы не менѣе двухъ паровозовъ.

Доменная плавка.

Задувка доменной печи. Прежде чѣмъ приступить къ задувкѣ доменной печи, слѣдуетъ удалить содержащуюся въ порахъ и швахъ кирпичной кладки влагу постепеннымъ высушиваніемъ. Это производится введеніемъ въ горнъ печи корзины изъ желѣзныхъ прутьевъ, наполненной зажженнымъ коксомъ. При благопріятной погодѣ можно начать наполненіе печи спустя два-три дня послѣ зажиганія; при погодѣ неблагопріятной — приходится выжидать недѣлю и больше. Горнъ до высоты приблизительно 1 м. надъ горизонтомъ фурмъ наполняется сухими дровами, сложенными въ костеръ. Между полѣньями оставляются промежутки, заполняемые легко воспламеняющимся матеріаломъ, напр. хворостомъ и др. На дрова насыпаютъ коксъ съ небольшимъ количествомъ известняка для ошлакованія золы кокса. Засыпку слѣдуетъ производить осторожно, чтобы матеріалъ ложился рыхло. Каждая засыпанная въ печь колоша, подъ которой разумѣютъ количество шихты опредѣленнаго вѣса, поступающее заразъ въ печь, разравнивается вручную. Затѣмъ слѣдуетъ извѣстное число колошъ,

состоящихъ изъ кокса, известняка и доменныхъ шлаковъ, за которыми засыпается нѣсколько колошъ, содержащихъ немного руды. Количество руды въ колошѣ постепенно увеличивается, пока не достигнетъ нормальныхъ размѣровъ, и наполненіе печи заканчивается уже нормальными колошами. Наполненіе печи требуетъ не менѣе 20—30 часовъ времени. Когда печь наполнена, зажигаютъ легко воспламеняющійся матеріалъ въ горнѣ печи и, спустя нѣкоторое время, пускаютъ понемногу дутье. Большею частью пускаютъ прямо горячее дутье, пользуясь таковымъ отъ другой печи или же предварительно нагрѣваютъ воздухонагрѣватели коксомъ. Машина работаетъ вначалѣ медленно, съ малымъ числомъ оборотовъ; чтобы дать лещади хорошо прогрѣться, пламя выпускаютъ изъ горна въ трубу, заложенную въ выпускномъ отверстіи и вымазанную снизу глиной. Въ верхней части горна загруженные въ печь шлаки начинаютъ плавиться и ихъ также вначалѣ выпускаютъ черезъ выпускное отверстіе, такъ какъ горячіе шлаки способствуютъ болѣе сильному прогрѣву лещади. Вскорѣ выпускное отверстіе забиваютъ, машина начинаетъ работать сильнѣе, и спустя 18—20 часовъ можно уже выпустить первый чугунъ, послѣ чего обыкновенно проходитъ еще нѣсколько дней, пока печь пойдетъ нормальнымъ ходомъ.

Матеріалы доменной плавки должны быть доставляемы на колошникъ, для чего служатъ колошниковые подъемы. Въ старину доставка плавильныхъ матеріаловъ на колошникъ производилась помощью телѣжекъ по наклонной плоскости, но съ увеличеніемъ размѣровъ печей такой способъ подъема матеріаловъ не могъ болѣе удержаться. Явились колошниковые подъемы различнаго устройства, изъ которыхъ мы опишемъ наиболѣе употребительные.

Первоначально для подъема примѣнялись обыкновенныя ручныя лебедки, состоящія изъ барабана, вокругъ котораго обмотанъ канатъ; на обоихъ свободныхъ концахъ каната подвѣшены клѣти, причемъ одна клѣть подымается, въ то время какъ другая опускается. Затѣмъ стали строить колошниковые подъемы, приводимые въ движеніе водяной и паровой силой.

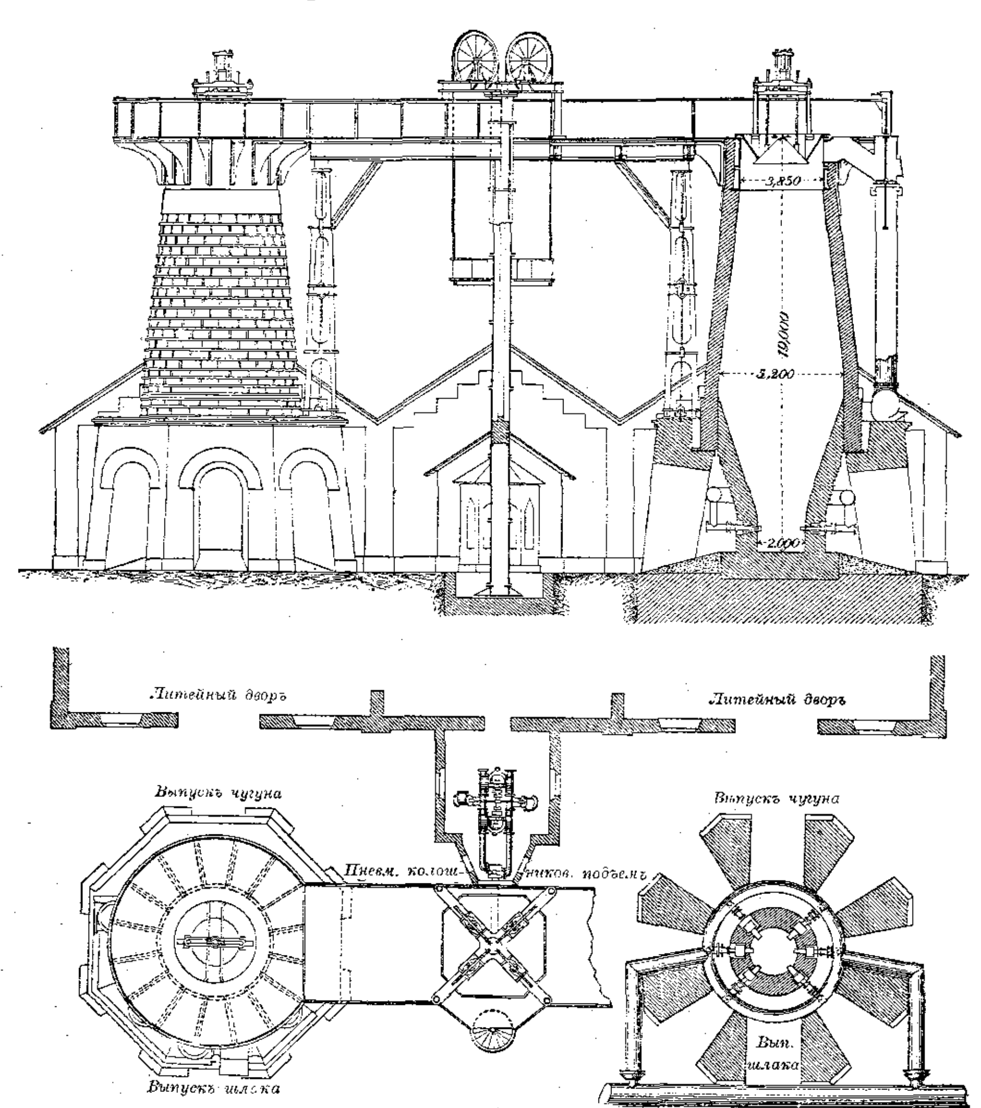
Лебедки приводились въ движеніе помощью водяного колеса, состоявшаго изъ двухъ отдѣленій, лопатки въ обоихъ отдѣленіяхъ были направлены въ противуположныя стороны и колесо вращалось въ ту, или другую сторону, смотря потому, въ какое отдѣленіе поступала вода.

Въ настоящее время примѣняется почти исключительно паровой подъемъ. Установленная на уровнѣ заводскаго пола въ особомъ машинномъ зданіи небольшая двойная паровая машина приводитъ въ движеніе находящійся въ томъ же зданіи барабанъ, отъ котораго два навитые въ противоположныя стороны каната направляются къ колошниковому подъему, гдѣ они перекинуты черезъ направляющіе шкивы. На обоихъ концахъ каната подвѣшены клѣти.

Часто для подъема примѣняются бремсберга слѣдующаго устройства. Къ канату, перекинутому черезъ два шкива, подвѣшены на обоихъ концахъ двѣ клѣти, снабженныя въ нижней части желѣзнымъ водянымъ ящикомъ. Когда одна клѣть нагружена колошниковыми вагончиками, изъ находящагося на колошникѣ резервуара пускаютъ воду въ ящикъ другой клѣти до тѣхъ поръ, пока вѣсъ впущенной воды не превзойдетъ вѣса нагрузки первой клѣти, вслѣдствіе чего находящаяся внизу груженая клѣть будетъ подыматься. Внизу вода выпускается изъ ящика и затѣмъ насосомъ подается снова на колошникъ.

Пневматическій колошниковый подъемъ представленъ на рис. 448. Клѣть подвѣшена на четырехъ канатахъ, перекинутыхъ черезъ четыре же шкива и прикрѣпленныхъ свободными концами къ поршню, служащему въ то же время и противовѣсомъ; поршень плотно ходитъ внутри цилиндра вверхъ и внизъ. Этотъ цилиндръ подымается отъ уровня заводскаго пола до колошниковой

площадки и въ нижней своей части соединяется съ воздушнымъ насосомъ. Если въ цилиндрѣ разрядить воздухъ подъ поршнемъ, такъ что давленіе атмосферы сдѣлается больше подымаемаго груза, то поршень опустится внизъ, а клѣть станетъ подыматься вверхъ. Спускъ клѣти производятъ, сгустивъ воздухъ подъ поршнемъ.



447—448. Расположеніе доменъ и приборовъ къ нимъ на заводѣ въ Швегатѣ. (Планъ и разрѣзъ.)

Такой колошниковый подъемъ пригоденъ только для малыхъ печей, такъ какъ дѣйствующее на поршень давленіе воздуха можетъ быть увеличено только увеличеніемъ діаметра поршня. Но съ увеличеніемъ діаметра плотное прилеганіе поршня къ стѣнкамъ цилиндра становится трудно достижимымъ и устройство высокаго цилиндра, совершенно гладкаго внутри, можетъ оказаться слишкомъ дорогимъ.

Давленіе воды или воздуха вообще рѣдко примѣняется для дѣйствія ко-

лошниковыхъ подъемовъ и въ новѣйшее время стали прибѣгать къ устройству электрическихъ подъемовъ.

Для успѣшной выплавки чугуна въ доменной печи необходимо, чтобы составныя части шихты, т. е. руда и флюсъ, находились въ такихъ вѣсовыхъ отношеніяхъ другъ къ другу, чтобы шлакъ обладалъ необходимою степенью плавкости и чтобы количество его не было слишкомъ мало или, что въ большинствѣ случаевъ имѣетъ мѣсто, не было слишкомъ велико. Различные сорта чугуна требуютъ для своей выплавки шлаковъ различнаго состава, такъ что не только степень плавкости, но и отношеніе отдѣльныхъ составныхъ частей шлака другъ къ другу имѣетъ существенное вліяніе на составъ выплавляемаго чугуна.

Руководясь извѣстными практическими правилами и полагая въ основаніе требуемый составъ шлаковъ, вычисляютъ по анализамъ рудъ и известняка относительныя количества различныхъ веществъ, которыя необходимо ввести въ шихту для образованія шлака желаемаго состава. Если имѣютъ дѣло только съ однимъ сортомъ руды, то вычисленія, очевидно, весьма просты и легки. Но это бываетъ, вообще говоря, рѣдко; обыкновенно же въ плавку идетъ нѣсколько, иногда значительное число различныхъ сортовъ руды. При составленіи смѣси различныхъ рудъ, или шихтованіи, важно, чтобы содержаніе желѣза въ смѣси было возможно выше и чтобы въ смѣсь входили въ наибольшемъ количествѣ тѣ руды, проплавка которыхъ представляется наиболѣе выгодною. Поэтому приходится давать себѣ точный отчетъ въ томъ, во что обходится единица желѣза въ данной рудѣ и принять во вниманіе расходъ горючаго при плавкѣ. Когда рудная смѣсь опредѣлена, остается подсчитать количество известняка, котораго требуетъ найденная смѣсь для образованія желаемаго шлака. Такимъ образомъ будетъ составлена ш и х т а, т. е. опредѣленная для данныхъ условій смѣсь руды и флюса.

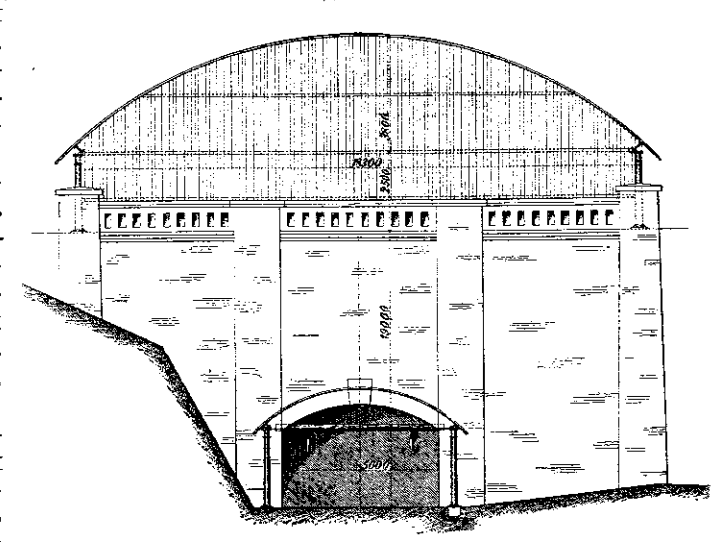
Для приготовленія смѣси рудъ и известняка въ вычисленныхъ отношеніяхъ пользуются различными способами, обусловливаемыми отчасти величиною печей, частью другими обстоятельствами.

При самыхъ малыхъ печахъ руду и флюсъ кладутъ въ плоскіе ящики, дномъ которыхъ служатъ настланныя на полу чугунныя плиты. Наполнивъ ящикъ, начинаютъ лопатой сгребать содержимое съ краевъ къ срединѣ въ пирамиду, перемѣшивая такимъ образомъ между собою составныя части шихты. Если нужно, то пирамиду снова разравниваютъ и повторяютъ эту операцію нѣсколько разъ.

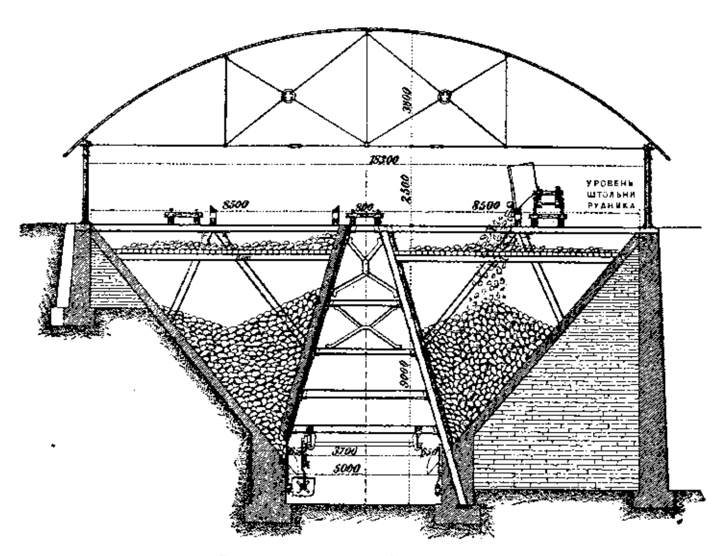
Большія количества руды перемѣшиваются въ спеціально для этого устроенныхъ ш и х т а р н я х ъ. Это большія крытыя помѣщенія шириною въ 3—4 метра, длиною 10—15 метровъ, съ трехъ сторонъ окруженныя каменною стѣною, четвертая сторона — открытая. Надъ этими стѣнами проложены рельсовые пути, такъ что руда и известнякъ въ вычисленныхъ отношеніяхъ ссыпаются прямо изъ вагоновъ въ различныя отдѣленія. Чтобы доставить матеріалы на колошникъ доменной печи, по полу шихтарни къ открытой ея сторонѣ подходятъ колошниковые вагончики, въ которые лопатами нагружается смѣсь матеріаловъ, расположенныхъ перемежающимися слоями въ отдѣленіяхъ шихтарни.

Можно шихтовать также и въ колошниковыхъ вагончикахъ, беря руду изъ закрытыхъ рудовмѣстилищъ, въ которыхъ хранятся отдѣльные сорта руды и куда она поступаетъ прямо изъ вагоновъ. Колошниковый вагончикъ подходитъ къ рудовмѣстилищу, открываютъ затворъ и ссыпаютъ руду въ вагончикъ въ желаемомъ количествѣ (рис. 450). Въ большихъ печахъ шихтовку производятъ въ самой печи: руду доставляютъ на колошникъ несмѣшанной, въ отдѣльныхъ вагончикахъ, равно какъ и известнякъ, и забрасываютъ ихъ перемѣнными слоями въ колошникѣ печи.

Доставка матеріаловъ отъ шихтарни на колошникъ производится въ спеціальныхъ колошниковыхъ вагончикахъ. Большею частью примѣняются опрокидные вагончики, у которыхъ кузовъ поворачивается около оси настолько, что при опрокидываніи содержимое высыпается быстро и полностью, для чего передняя стѣнка вагончика дѣлается наклонною.



449. **Ящики для храненія руды.** Фасадъ.



450. **Ящики для храненія руды.** Разрѣзъ.

Процессы при доменной плавкѣ. Ниже колошника доменной печи поступившіе въ нее матеріалы освобождаются отъ влажности. Вслѣдъ затѣмъ начинается испареніе механически заключенной въ рудахъ, известнякѣ и коксѣ воды на счетъ теплоты восходящихъ газовъ; выдѣляется также и химически связанная вода въ бурыхъ желѣзнякахъ. На это испареніе тратится теплота, отнимаемая у колошниковыхъ газовъ, слѣдствіемъ чего является пониженіе температуры въ колошникѣ. Такимъ образомъ температура колошника колеблется въ зависимости отъ большей или меньшей степени влажности поступающихъ въ печь матеріаловъ. Температура выходящихъ изъ доменной печи газовъ зависитъ кромѣ того отъ испаренія воды и отъ многихъ другихъ причинъ. Такъ газы, выходящіе изъ печи, будутъ имѣть низкую температуру въ томъ случаѣ, если въ нижнихъ частяхъ печи поглощается большое количество теплоты и газы подымаются медленно, отдавая значительную часть содержащейся въ нихъ теплоты верхнимъ холоднымъ слоямъ шихты. Поэтому температура колошника въ одной и той же печи колеблется часто въ значительныхъ предѣлахъ, и эти измѣненія температуры колошника являются однимъ изъ признаковъ для заключеній о ходѣ плавки.

Дальнѣйшіе процессы, происходящіе въ доменной печи, заключаются въ

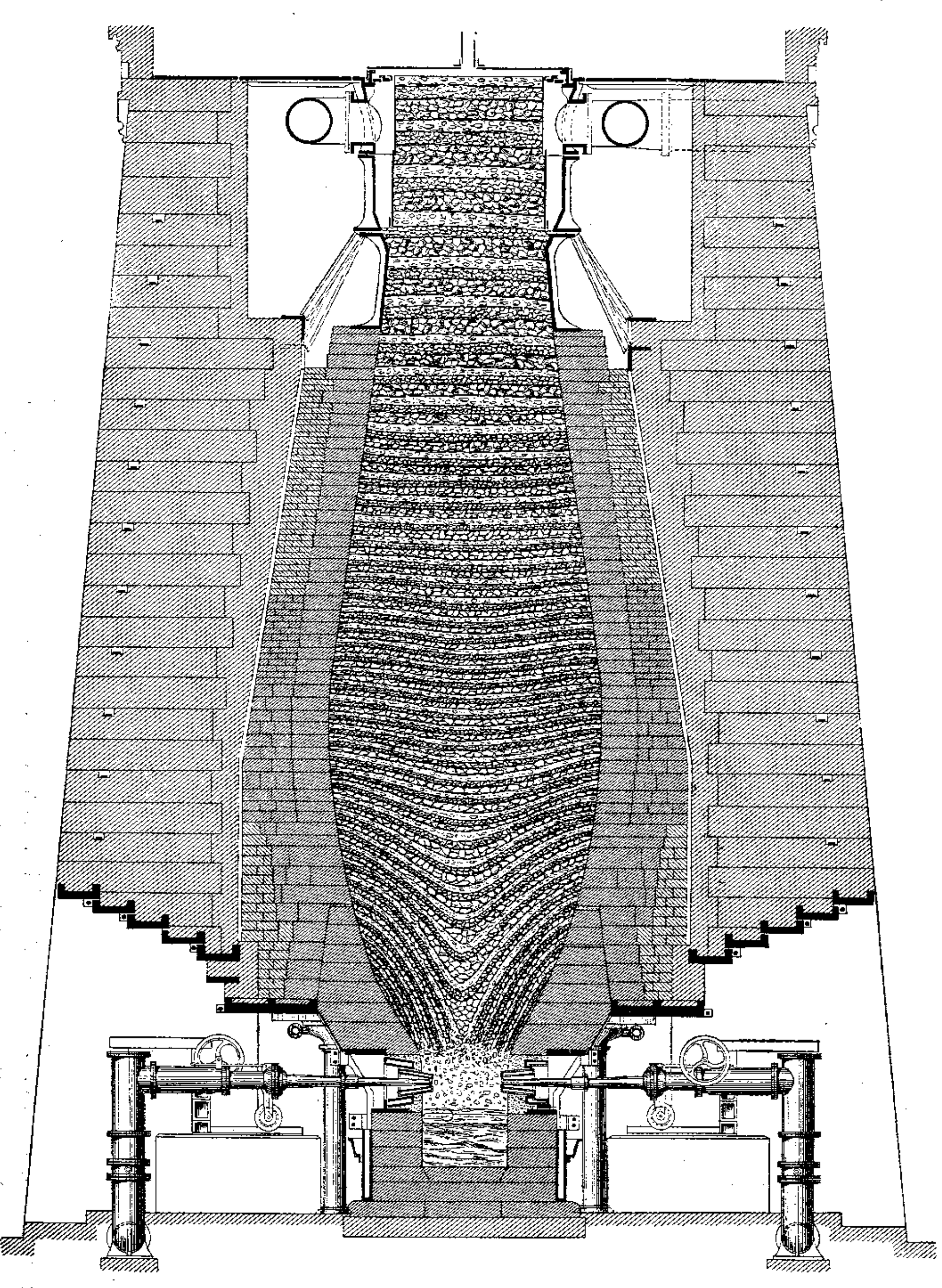
возстановленіи рудъ, въ насыщеніи возстановленнаго желѣза углеродомъ и наконецъ въ плавленіи чугуна и шлака.

Прежде чѣмъ можетъ начаться возстановленіе, необходимо, чтобы руда была нагрѣта до температуры возстановленія, которое въ нѣкоторыхъ легко возстановимыхъ рудахъ начинается уже при 300° Ц. Загруженная въ печь руда сходитъ однако неравномѣрно горизонтальными слоями, у стѣнъ происходитъ треніе, почему движеніе колошъ здѣсь медленнѣе, чѣмъ въ серединѣ. Первоначально плоскіе слои становятся такимъ образомъ все болѣе и болѣе воронкообразными, и чѣмъ ниже спускается руда, тѣмъ бока воронки становятся круче (рис. 451).

Возстановительное дѣйствіе газовъ начинается уже при температурѣ около 300° Ц.; при этой температурѣ оно еще незначительно и увеличивается по мѣрѣ того, какъ руда спускается ниже и вступаетъ въ болѣе горячіе пояса печи. Возстановленное желѣзо при довольно высокой температурѣ покрывается весьма тонкимъ слоемъ углерода, который, вслѣдствіе неустановленнаго еще съ достовѣрностью процесса, выдѣляется изъ восходящихъ газовъ. Когда матеріалы, опускаясь, достигнутъ постепенно того горизонта печи, гдѣ температура около 800° Ц., известнякъ начинаетъ разлагаться на известь и углекислоту. Послѣдняя выдѣляется изъ известняка въ видѣ газа и присоединяется къ восходящимъ доменнымъ газамъ. Совершенно подобное же разложеніе претерпѣваетъ и необожженный шпатовый желѣзнякъ, состоящій изъ закиси желѣза и углекислоты. Его поэтому предварительно обжигаютъ для того, чтобы облегчить возстановленіе руды доменными газами въ верхнихъ горизонтахъ печи. Сырой шпатовый желѣзнякъ долженъ быть нагрѣтъ до 800° Ц., чтобы подвергнуться сначала разложенію и затѣмъ уже возстановленію. На это разложеніе известняка и шпатоваго желѣзняка, если таковой имѣется въ шихтѣ, тратится извѣстное количество тепла, вслѣдствіе чего печь въ этомъ мѣстѣ испытываетъ охлажденіе. Поэтому часто дѣлались попытки обжигать известнякъ до подачи на колошникъ и вводить въ печь только участвующую въ шлакообразованіи известь; но обожженная известь при долгомъ лежаніи на воздухѣ впитываетъ въ себя влагу и углекислоту, которыя снова должны бы были быть выдѣлены въ доменной печи. Съ другой стороны для хода печи весьма полезно, чтобы въ верхнихъ горизонтахъ температура не была слишкомъ высока и колошникъ не былъ горячимъ. Шлакообразованіе начинается въ этомъ случаѣ слишкомъ рано, прежде чѣмъ газы окончили свое возстановляющее дѣйствіе, и такъ какъ газы не производятъ на шлаки никакого дѣйствія, то на возстановленіе изъ нихъ металлическаго желѣза приходится расходовать слишкомъ много твердаго углерода, чего слѣдуетъ по возможности избѣгать въ виду значительной потери теплоты, которая связана съ этимъ процессомъ.

Поэтому обжигать известнякъ нѣтъ надобности.

При образованіи воронки, куски руды, какъ матеріала болѣе тяжелаго, скатываются внизъ, горючій же матеріалъ остается у стѣнокъ печи. Такимъ образомъ руда опускается быстрѣе горючаго. Чтобы избѣжать этого, засыпные приборы устраиваютъ такимъ образомъ, что руда направляется къ стѣнкамъ печи, вслѣдствіе чего она должна пройти довольно длинный путь къ оси, что дѣлаетъ распредѣленіе руды и горючаго въ печи болѣе равномѣрнымъ. Однако образованіе воронки происходитъ независимо отъ способа засыпки. Восходящіе газы пролагаютъ себѣ путь тамъ, гдѣ они встрѣчаютъ наименьшее сопротивленіе; они имѣютъ стремленіе подыматься вдоль стѣнокъ печи черезъ находящійся тамъ горючій матеріалъ, а не посрединѣ, по болѣе плотному столбу руды, вслѣдствіе чего послѣдняя менѣе подвергается дѣйствію газовъ. Боковой отводъ газовъ у колошника содѣйствуетъ этому движенію, а отводъ газовъ центральной трубой ему противодѣйствуетъ. Изъ всего сказаннаго



451. Схематическое изображенiе слоевъ руды и горючаго въ доменной печи.

ясно, что процессы, происходящіе въ доменной печи, нельзя представлять себѣ такимъ образомъ, что во всѣхъ точкахъ одного горизонтальнаго слоя руда возстановляется и плавится равномѣрно. Раздѣленіе доменнаго процесса на опредѣленные пояса, ограниченные горизонтальными плоскостями, какъ это мы находимъ у прежнихъ авторовъ, не вполнѣ выдерживаетъ критики.

Самый актъ возстановленія и насыщенія углеродомъ никогда не происходитъ въ такомъ видѣ, что кусокъ желѣзной руды долженъ вполнѣ возстановиться въ желѣзо прежде, чѣмъ можетъ начаться насыщеніе углеродомъ. Эти процессы, напротивъ, идутъ рука-объ-руку и переходятъ постепенно отъ периферіи куска къ центру. Кусокъ руды снаружи можетъ быть уже превращенъ въ желѣзо, тогда какъ ядро его состоитъ еще изъ желѣзнаго окисла. Для доменной плавки однако выгоднѣе, если массы приходятъ въ область плавленія уже по возможности совершенно возстановленными въ металлическое желѣзо, такъ какъ въ противномъ случаѣ невозстановленная руда сплавляется со шлаками и тогда она должна быть возстановлена раскаленнымъ твердымъ углеродомъ, что для экономичнаго хода плавки является невыгоднымъ. Часто въ шихту прибавляютъ еще сырый шпатовый желѣзнякъ, чтобы избѣжать слишкомъ высокой температуры въ верхнихъ частяхъ печи.

Образованію шлаковъ предшествуетъ спеканіе невозстановленной руды и извести. Температура, при которой начинается этотъ процессъ, весьма различна; при этомъ играетъ роль столько же химическій составъ, сколько и величина кусковъ. Отдѣльныя составныя части шлака, какъ то: кварцъ, глинозёмъ, магнезія и известь не плавятся при тѣхъ температурахъ, какія получаются въ доменной печи. Чтобы спеканіе этихъ составныхъ частей имѣло мѣсто, необходимо, чтобы онѣ соприкасались другъ съ другомъ, и чѣмъ мелкозернистѣе примѣшанная къ рудѣ порода, тѣмъ скорѣе наступаетъ спеканіе. Если однако руда содержитъ уже готовые силикаты, какъ это именно имѣетъ мѣсто, когда въ составъ шихты входятъ пудлинговые и сварочные шлаки, то спеканіе наступаетъ гораздо раньше, такъ какъ температура плавленія этихъ шлаковъ значительно ниже, чѣмъ температура ихъ образованія, т. е. отдѣльныя составныя части шлака еще не плавятся при температурѣ, при которой шлакъ уже образовавшійся является расплавленнымъ. Расплавившійся силикатъ растворяетъ известь шихты и образуетъ съ ней шлакъ. Руда, содержащая кремнекислоту въ видѣ большихъ кварцевыхъ зеренъ, въ состояніи переносить въ печи гораздо болѣе высокую температуру, слѣдовательно, гораздо долѣе подвергаться выгодному дѣйствію возстановляющихъ газовъ, чѣмъ такая, въ которой кварцъ распредѣленъ въ видѣ мелкихъ зеренъ; послѣдняя поэтому будетъ плавиться раньше и будетъ труднѣе возстановляться, чѣмъ первая. Температура плавленія различныхъ доменныхъ шлаковъ различна: богатые известью шлаки плавятся при болѣе высокой температурѣ, чѣмъ шлаки, богатые кремнекислотой. Основной шлакъ, т. е. шлакъ, богатый известью, проявляетъ менѣе стремленія растворять въ себѣ основные же невозстановленные окислы желѣза, тогда какъ богатый кремнекислотой, т. е. кислый шлакъ является хорошимъ растворителемъ для невозстановленныхъ окисловъ желѣза. Поэтому преждевременное ошлакованіе невозстановленной руды происходитъ гораздо легче при кислыхъ шлакахъ, чѣмъ при основныхъ.

Возстановленное во время вышеописанныхъ процессовъ желѣзо, вслѣдствіе тѣснаго соприкосновенія съ отложившимся на немъ въ видѣ тончайшаго порошка раскаленнымъ углеродомъ, постепенно насыщается имъ, точка плавленія желѣза, вслѣдствіе перехода его въ чугунъ, понижается, и оно начинаетъ также плавиться, причемъ, стекая надъ раскаленнымъ до-бѣла горючимъ, продолжаетъ насыщаться углеродомъ, растворяя его, точно такъ же,

какъ вода, стекающая надъ сахаромъ, насыщается этимъ послѣднимъ. Чѣмъ горячѣе идетъ печь, тѣмъ болѣе углерода растворяетъ желѣзо.

Расплавленныя массы шлака также приходятъ въ соприкосновеніе съ раскаленнымъ горючимъ и подвергаются его дѣйствію. Неошлакованная закись желѣза возстановляется углеродомъ и все содержащееся въ шлакѣ желѣзо переводится постепенно въ металлическое желѣзо. Этотъ процессъ требуетъ гораздо большаго расхода тепла, чѣмъ возстановленіе руды газами, почему въ интересахъ экономичнаго хода плавки стремятся къ тому, чтобы руда возможно дольше подвергалась дѣйствію газовъ. Изъ шлаковъ углеродъ возстановляетъ также и фосфоръ, который переходитъ въ чугунъ. Почти весь содержащійся въ шихтѣ фосфоръ оказывается перешедшимъ въ чугунъ и только при стыломъ ходѣ плавки образуются богатые желѣзомъ шлаки съ примѣсью значительнаго количества фосфора.

Марганецъ, равно какъ и кремній, возстановляются исключительно твердымъ углеродомъ, а не окисью углерода доменныхъ газовъ. Возстановленіе какъ марганца, такъ и кремнія требуетъ значительнаго расхода тепла. Возстановленію марганца способствуетъ какъ высокая температура, такъ и присутствіе основныхъ шлаковъ. Закись марганца, при наличности достаточнаго количества другихъ основаній, какъ то извести, магнезіи и др., плохо соединяется съ кремнекислотою и значительная ея часть возстановляется въ металлическій марганецъ, который переходитъ въ чугунъ.

Кремній, напротивъ, требуетъ для своего возстановленія кислыхъ шлаковъ и также высокой температуры. При кислыхъ шлакахъ шихта богата кремнекислотой, и потому кремній можетъ быть возстановленъ легче, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда кремнекислоты мало.

Такъ какъ желѣзо возстановляется легче, чѣмъ марганецъ и кремній, то ясно, что изъ расплавленныхъ шлаковъ раскаленный углеродъ возстановляетъ сначала желѣзо, а затѣмъ уже кремній и марганецъ. Поэтому полученный при очень желѣзистыхъ шлакахъ чугунъ можетъ содержать только незначительныя количества обоихъ этихъ элементовъ.

Расплавленныя массы скопляются въ горну и раздѣляются тамъ по удѣльному вѣсу: внизу скопляется чугунъ, а надъ нимъ слой шлака.

Если руда содержитъ свинецъ, какъ это нерѣдко случается въ Верхней Силезіи, то онъ также возстановляется въ металлъ и послѣдній, какъ болѣе тяжелое тѣло, скопляется подъ чугуномъ и добывается затѣмъ при помощи особыхъ приспособленій (рис. 431 и 432). Содержащіеся въ рудахъ мѣдь, сурьма, никкель, мышьякъ и т. д. возстановляются въ металлъ и переходятъ въ чугунъ, что вліяетъ часто нежелательнымъ образомъ на его свойства. Если руда содержитъ цинкъ, то онъ также возстановляется; но возстановленный цинкъ при температурѣ, господствующей въ печи, летитъ и, окисляясь въ верхнихъ частяхъ печи, образуетъ тамъ настыли, которыя часто весьма трудно удалимы.

Сѣра при древесноугольной плавкѣ находится въ шихтѣ въ незначительномъ количествѣ, такъ какъ въ этомъ случаѣ она попадаетъ въ шихту изъ руды. При плавкѣ на коксѣ, въ которомъ содержаніе сѣры обыкновенно бываетъ около $1^0/_0$, а на югѣ Россіи и больше, въ шихту попадаетъ и сѣра кокса. Чтобы сѣра не переходила въ чугунъ, необходимы сильно основные, богатые известью шлаки; поглощаемая такими шлаками сѣра находится въ соединеніи съ известью въ видѣ сѣрнистаго кальція.

Измѣненія, которыя претерпѣваетъ вдуваемый воздухъ во время своего восхожденія въ доменной печи, находятся въ тѣсной связи съ вышеописанными измѣненіями твердыхъ тѣлъ.

Черезъ фурмы вдувается въ горнъ печи, подъ большимъ или меньшимъ давленіемъ въ зависимости отъ величины печи, воздухъ, состоящій изъ кисло-

рода, азота, водяныхъ паровъ и углекислоты. Воздухъ этотъ въ новѣйшихъ доменныхъ печахъ очень сильно нагрѣтъ. Какъ только онъ встрѣчаетъ углеродъ, также сильно раскаленный, происходитъ необыкновенно энергичное сгораніе углерода. Кислородъ исчезаетъ изъ газовой смѣси, и конечнымъ продуктомъ сгоранія углерода является окись углерода. Углекислота при высокой температурѣ, господствующей въ этой области горѣнія, существовать не можетъ; раскаленнымъ углеродомъ она тотчасъ же послѣ своего образованія разлагается и переходитъ въ окись углерода.

Горѣніе углерода доставляетъ необходимую для доменной плавки теплоту. Температура, получающаяся въ горнѣ, тѣмъ выше, чѣмъ болѣе въ колошѣ горючаго по отношенію ко всему вѣсу колоши, чѣмъ совершеннѣе восходящіе газы отдали свою теплоту нисходящимъ матеріаламъ и чѣмъ выше нагрѣто дутье. Водяной паръ вдуваемаго воздуха разлагается на свои составныя части: водородъ и кислородъ, который также принимаетъ участіе въ сожиганіи углерода, углекислота воздуха теряетъ часть своего кислорода, который съ углеродомъ образуетъ также окись углерода.

Восходящіе газы, состоящіе главнымъ образомъ изъ окиси углерода и азота, при прохожденіи черезъ нижнія части заплечиковъ, обогащаются окисью углерода, такъ какъ конечнымъ продуктомъ воздѣйствія твердаго углерода на окислы желѣза, марганца и кремнія является также окись углерода. Когда газы достигаютъ пояса, гдѣ спеканіе и плавленіе массъ еще не началось, окись углерода можетъ начать свое возстановительное дѣйствіе на окислы желѣза. Она отнимаетъ у послѣднихъ кислородъ, соединяясь съ нимъ въ углекислоту, такъ что содержаніе углекислоты въ газахъ должно бы было все увеличиваться, а содержаніе окиси углерода — уменьшаться, если бы нисходящій горючій матеріалъ не возстановлялъ углекислоты. Образовавшаяся углекислота отдаетъ раскаленному углероду часть своего кислорода, превращаясь снова въ окись углерода, въ то же время твердый углеродъ съ кислородомъ, отнятымъ у углекислоты, образуетъ также окись углерода.

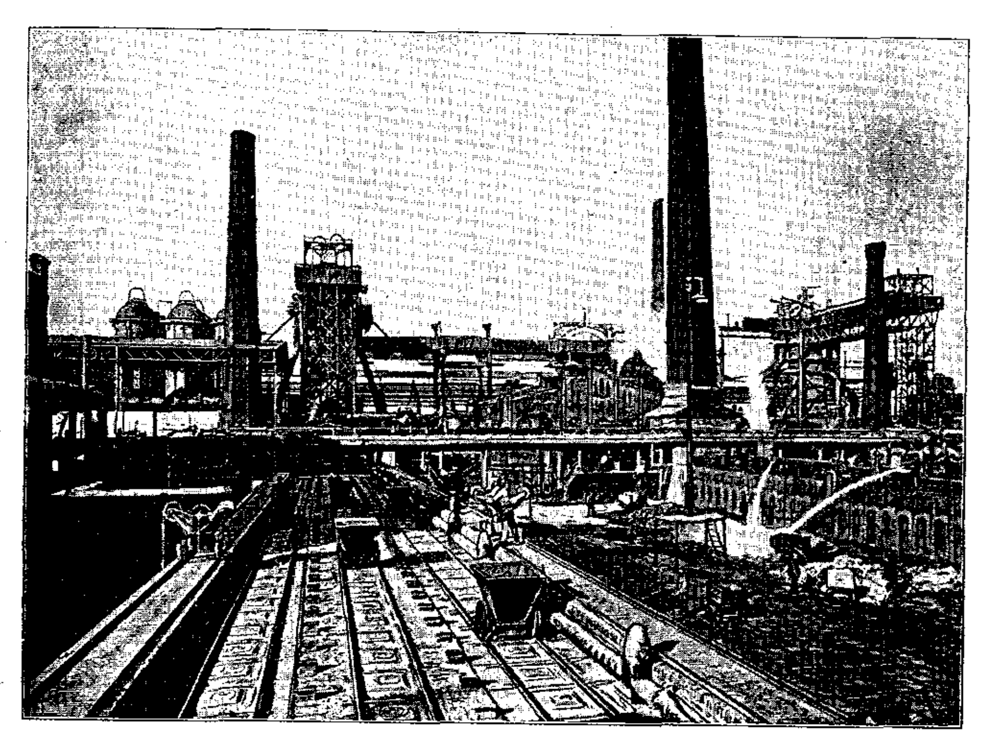
Этотъ процессъ раскисленія углекислоты въ окись углерода въ верхнихъ частяхъ печи крайне нежелателенъ для доменной плавки. На возстановленіе углекислоты затрачивается извѣстное количество твердаго горючаго, которое теряется безполезно для плавки, такъ какъ получившаяся окись углерода не можетъ оказать своего востановляющаго дѣйствія на верхніе холодные слои руды.

При плавкѣ необходимо, поэтому, избѣжать этого процесса, для чего стараются возможно быстрѣе понизить температуру печи выше заплечиковъ. Отсюда слѣдуетъ, что охлажденіе, претерпѣваемое доменною печью отъ разложенія сырого известняка, является весьма благотворнымъ для экономическаго хода плавки, такъ какъ температура при этомъ понижается на столько, что вышеописанное нежелательное разложеніе углекислоты совершается лишь въ незначительной мѣрѣ.

Чѣмъ выше печь, тѣмъ дольше остаются газы въ соприкосновеніи съ раскаленнымъ углемъ, тѣмъ большую возможность они имѣютъ превратить углеродъ въ окись углерода. Поэтому невыгодно увеличивать высоту печи далѣе извѣстныхъ предѣловъ, ибо этимъ нельзя достигнуть благопріятнаго воздѣйствія на результаты плавки.

Чѣмъ плотнѣе горючее, тѣмъ менѣе проникаютъ въ него восходящіе газы. Поэтому доменная печь, дѣйствующая на коксѣ, слѣдовательно, на горючемъ сравнительно очень плотномъ, крѣпкомъ и мало истираемомъ, можетъ строиться гораздо большей высоты, чѣмъ печь, работающая на древесномъ углѣ, такъ какъ послѣдній гораздо пористѣе и рыхлѣе кокса. Предѣлъ цѣлесообразной высоты будетъ поэтому тѣмъ выше, чѣмъ горючее труднѣе сгораемо и чѣмъ оно плотнѣе.

Все сказанное приводитъ къ заключенію, что газы должны двигаться въ доменной печи съ извѣстной скоростью, которая не можетъ быть значительно уменьшена безъ ущерба для хода плавки, такъ какъ въ противномъ случаѣ горючій матеріалъ слишкомъ долго будетъ подверженъ газифицирующему дѣйствію газовъ, которые будутъ уносить горючее изъ доменной печи неутилизированнымъ. Поэтому, чѣмъ выше доменная печь, тѣмъ бо́льшею скоростью должны обладать въ ней газы. Съ другой же стороны, при слишкомъ большой скорости газовъ передача ими тепла нисходящимъ матеріаламъ становится несовершенною, и руда приходитъ въ нижележащіе горизонты большею частью не вполнѣ подготовленною, слѣдствіемъ чего можетъ получиться охлажденіе

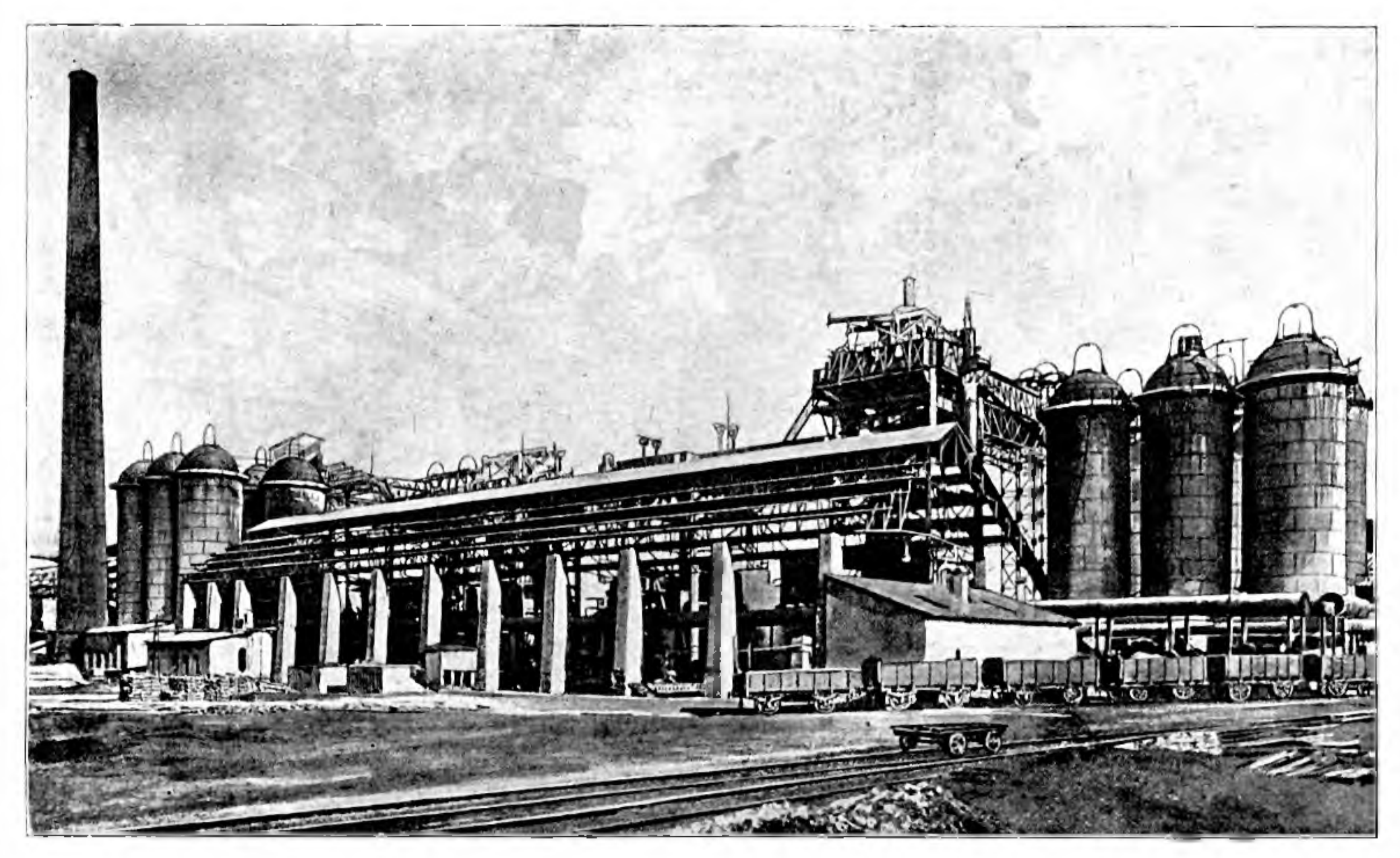


452. Доменный заводъ Георгъ-Маріенгютте близъ Оснабрюкка. Видъ съ востока.

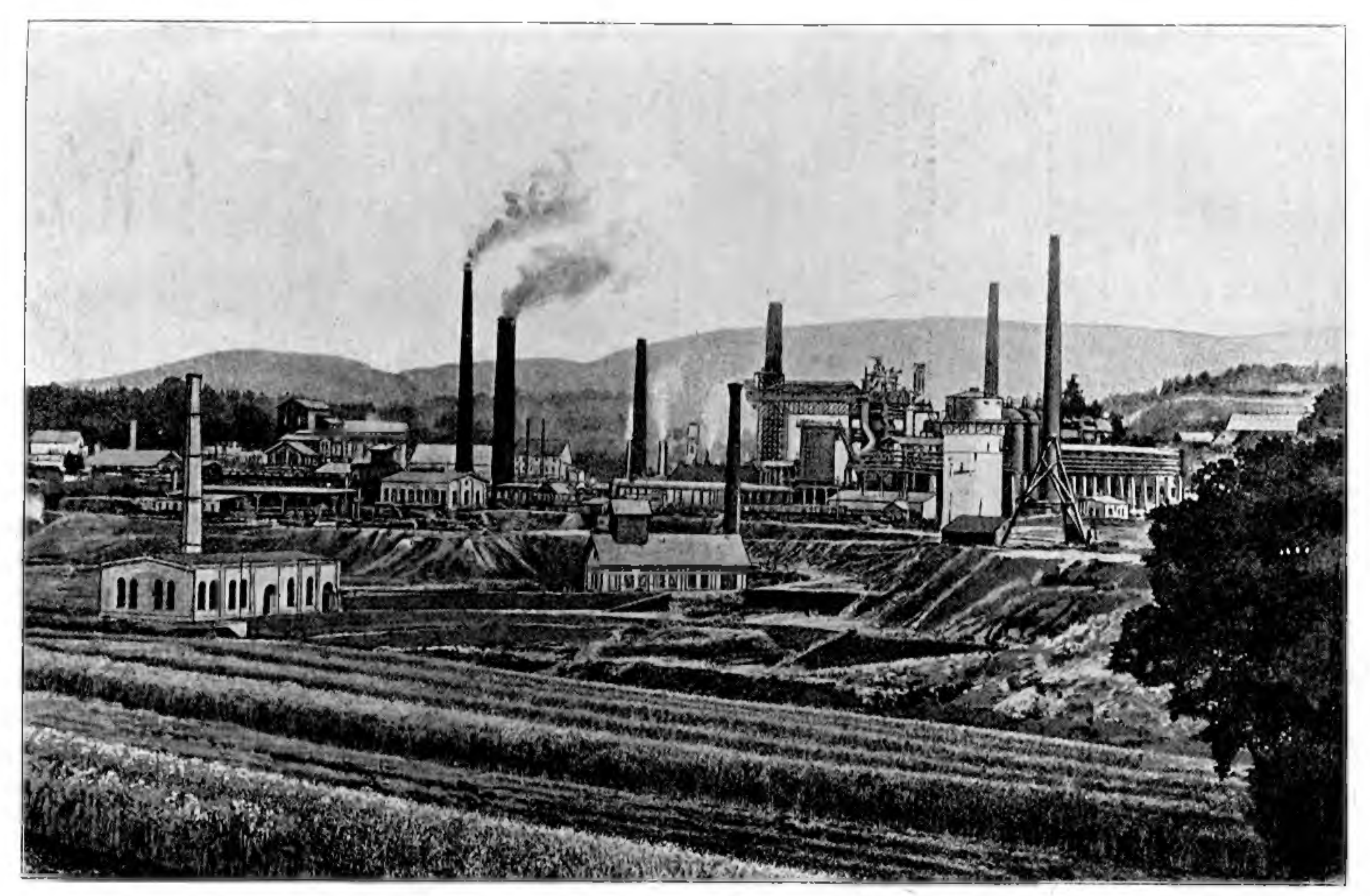
печи. Въ доменныхъ печахъ при данныхъ размѣрахъ поперечныхъ сѣченій скорость теченія газовъ зависитъ отъ количества горючаго, сгорающаго въ единицу времени. Это же количество, въ свою очередь, зависитъ отъ количества вдуваемаго воздуха. Такимъ образомъ надлежащее регулированіе хода воздуходувной машины представляетъ надежное средство для поддержанія правильнаго и выгоднаго хода доменной печи.

Если доменная плавка идетъ правильно, то въ такомъ случаѣ ходъ печи называютъ спѣлымъ, нарушенія же правильнаго хода влекутъ за собой сырой ходъ печи.

Истинныя причины сырого хода слѣдуетъ всегда искать въ сильномъ охлажденіи печи. Затрудняются процессы возстановленія руды и плавленія получающагося чугуна. Причины, вызывающія такое охлажденіе печи, могутъ быть различными. Бываютъ неправильности въ засыпкѣ, колошниковые рабочіе производятъ иногда засыпку колошъ не въ надлежащіе промежутки времени, а большими количествами заразъ, вслѣдствіе чего печь претерпѣ-



453. Доменный заводъ Георгъ-Маріенгютте близъ Оснабрюкка. Видъ съ запада



451. **Доменный заводъ Георгъ-Марiенгютте близъ Оснабрюкка.** Видъ съ сѣвера.

кокса, удаляютъ изъ печи весь жидкій чугунъ и шлаки, останавливаютъ дутье, замазываютъ всѣ отверстія глиной или какимъ либо составомъ и только время отъ времени, когда поверхность засыпи понизится, прибавляютъ свѣжаго горючаго. Домна можетъ такимъ образомъ простоять продолжительное время, часто въ теченіе цѣлыхъ недѣль, и затѣмъ требуется сравнительно немного времени, чтобы пустить ее опять въ ходъ. При новой задувкѣ дутье должно быть сначала совсѣмъ слабое, чтобы не вызвать появленія въ горну невозстановленной руды,—до тѣхъ поръ, пока температура не достигнетъ требуемой высоты.

Выдувка доменной печи производится такимъ образомъ, что загрузку прекращаютъ и продолжаютъ дутье до тѣхъ поръ, пока передъ фурмами не перестанутъ появляться плавящіяся массы, послѣ чего печь взламываютъ, чтобы по охлажденіи ея приступить къ разборкѣ стѣнъ. При указанномъ способѣ выдувки, въ печи подымается длинное и горячее пламя, такъ какъ восходящіе газы уже не охлаждаются опускающимся столбомъ матеріаловъ. Поэтому слѣдуетъ заблаговременно удалить колошниковый затворъ, чтобы предохранить его отъ разрушенія колошниковымъ пламенемъ. По другому способу выдувки избѣгаютъ образованія колошниковаго пламени, наполняя печь, вмѣсто руды и горючаго, сырымъ известнякомъ, который поглощаетъ накопленную въ печи теплоту, причемъ большая часть известняка переходитъ въ обожженную известь. Слѣдующая затѣмъ выгрузка обожженной, часто раскаленной еще, извести представляетъ собою весьма тяжелую и подчасъ опасную работу.

Продукты доменной плавки.

Чугунъ. Свойства чугуна были разсмотрѣны выше. Остается только еще упомянуть, что, кромѣ раздѣленія на сѣрый и бѣлый чугунъ, различаютъ еще слѣдующія подраздѣленія.

1. Сѣрый чугунъ; въ немъ различаютъ крупнозернистую и мелкозернистую разновидность.
2. Половинчатый чугунъ, смѣсь сѣраго и бѣлаго чугуна, причемъ различаютъ слабо-половинчатый и сильно половинчатый, или третной.
3. Бѣлый чугунъ; различаютъ матовый бѣлый чугунъ, лучистый бѣлый чугунъ и мелко-зеркальный бѣлый чугунъ.
4. Зеркальный чугунъ.

При выплавкѣ различныхъ сортовъ чугуна слѣдуетъ руководиться требованіями, предъявляемыми къ чугуну его назначеніемъ. По главнѣйшимъ видамъ примѣненія чугуна, его подраздѣляютъ на слѣдующіе сорта:

1. Литейный чугунъ всегда сѣрый, содержитъ значительное количество кремнія (1,5—3,5%) и благодаря послѣднему обстоятельству отличается болѣе или менѣе значительнымъ содержаніемъ графита. По виду излома въ немъ различаютъ нѣсколько нумеровъ, причемъ № 1.—самый крупнозернистый и зерно уменьшается съ повышеніемъ нумеровъ. Особый сортъ литейнаго чугуна представляетъ собою такъ называемый гематитовый чугунъ, отличающійся весьма малымъ содержаніемъ фосфора (ниже 0,1%).
2. Пудлинговый чугунъ большею частью бѣлый, примѣняется впрочемъ также сѣрый и половинчатый чугунъ, смотря по качеству ковкаго желѣза, которое желаютъ изъ него получить.
3. Бессемеровскій чугунъ — сѣрый, богатъ кремніемъ и марганцемъ и долженъ содержать возможно меньше фосфора, такъ какъ послѣдній при бессемерованіи не можетъ быть удаленъ.
4. Томасовскій чугунъ — бѣлый, не долженъ содержать много кремнія,

но значительное количество марганца. Главною примѣсью является фосфоръ, въ количествѣ отъ 1,5 до 2,5%.

5. Передѣльный чугунъ для мартенованія. Для кислаго мартенованія онъ долженъ содержать лишь слѣды фосфора, тогда какъ для основного процесса нѣкоторое содержаніе фосфора не вредно. Чѣмъ менѣе постороннихъ примѣсей содержитъ передѣльный чугунъ, тѣмъ скорѣе идетъ процессъ.

Шлакъ. Количество получающихся при доменной плавкѣ шлаковъ въ большинствѣ доменныхъ печей Германіи равняется по вѣсу количеству выплавленнаго чугуна; въ южно-русскихъ доменныхъ печахъ — обыкновенно меньше. Такъ какъ удѣльный вѣсъ шлака составляетъ обыкновенно около $^1/_3$ удѣльнаго вѣса чугуна, то отсюда ясно, что для свалки шлаковъ требуются значительные и часто довольно дорогіе участки земли, что повышаетъ, и нерѣдко въ сильной степени, заводскую стоимость чугуна. Поэтому неоднократно появлялись проекты утилизаціи этого массоваго побочнаго продукта доменной плавки, изъ которыхъ только очень немногіе сопровождались нѣкоторымъ успѣхомъ.

Для устройства мостовыхъ особенно пригодными являются кремнеземистые, не очень известковистые шлаки, которые мало подвержены разложенію подъ вліяніемъ атмосферныхъ дѣятелей. Шлаковыя ковриги, въ видѣ которыхъ получается шлакъ, остывшій въ шлаковыхъ вагонахъ, употребляются для насыпей. На Рейнѣ ихъ примѣненіе весьма распространено. Чѣмъ медленнѣе происходитъ остываніе шлака, чѣмъ, слѣдовательно, отдѣльныя шлаковыя ковриги больше, тѣмъ большею твердостью онѣ обладаютъ. Чтобы достигнуть этого въ возможно большей степени, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ стали подвергать эти ковриги медленному охлажденію, т. е. отжигу ковригъ. Часто шлаки измельчаются въ дробилкахъ до величины кулака и въ качествѣ балласта идутъ на засыпку полотна желѣзныхъ дорогъ и на приготовленіе бетона.

Шлаковый песокъ, получаемый пропусканіемъ жидкаго шлака въ воду, употребляется въ качествѣ матеріала для засыпки пѣшеходныхъ дорогъ, для приготовленія строительныхъ растворовъ, но главнымъ образомъ для приготовленія Люрмановскихъ шлаковыхъ кирпичей. Для этой цѣли наиболѣе пригоденъ богатый известью шлакъ, получаемый при выплавкѣ литейнаго чугуна. Шлаковый песокъ смѣшиваютъ съ извѣстнымъ количествомъ гашеной извести или известковаго молока и изъ этой массы подъ большимъ давленіемъ формуютъ кирпичи. Полученные шлаковые кирпичи оставляютъ твердѣть на воздухѣ. Съ теченіемъ времени прочность шлаковыхъ кирпичей значительно увеличивается, такъ что она превосходитъ прочность глиняныхъ кирпичей. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ, гдѣ приготовленіе глиняныхъ кирпичей обходится дорого вслѣдствіе отсутствія подходящаго сырого матеріала на мѣстѣ, шлаковые кирпичи находятъ себѣ широкое примѣненіе для постройки жилищъ, церквей и т. п.

Шлаки оказываются пригодными и для приготовленія цемента. Шлаковый песокъ совершенно высушивается и перемалывается въ пыль, затѣмъ къ нему примѣшиваютъ сухой гашеной извести, также въ пылеобразномъ состояніи. Такимъ образомъ получается матеріалъ, подобный романскому цементу. Для приготовленія портландскаго цемента многіе доменные шлаки также вполнѣ пригодны. Шлакъ въ размолотомъ состояніи смѣшивается съ необходимымъ количествомъ извести, формуется въ кирпичи, обжигается въ круглыхъ печахъ и затѣмъ снова перемалывается. Это такимъ образомъ представляетъ собою такой же процессъ, какъ при приготовленіи портландскаго цемента изъ естественныхъ породъ.

Передѣлъ чугуна на желѣзо и сталь.

Свойства и испытаніе желѣза и стали.

Сталь и желѣзо относятся къ категоріи ковкихъ продуктовъ желѣзнаго производства. Наиболѣе углеродистый изъ этихъ продуктовъ, сталь, содержитъ обыкновенно менѣе 1,8% углерода. Если, однако, сталь содержитъ еще и другія примѣси, что бываетъ въ большинствѣ случаевъ, то ковкость исчезаетъ уже при болѣе низкомъ содержаніи углерода. Признакомъ для различія стали отъ желѣза служатъ способъ ихъ полученія съ одной и различіе въ физическихъ свойствахъ — съ другой. Какъ уже было упомянуто выше, всякое полученное въ тѣстообразномъ состояніи желѣзо или сталь называется сварочнымъ желѣзомъ или сварочною сталью, а металлъ, полученный въ жидкомъ видѣ, литою сталью или литымъ желѣзомъ. Съ ростомъ содержанія углерода ковкое желѣзо пріобрѣтаетъ свойство принимать закалку. Продукты желѣзнаго производства, принимающіе явную закалку, и называются обыкновенно сталью. На границѣ между сталью и желѣзомъ бываютъ переходныя ступени, относительно которыхъ нельзя съ достовѣрностью установить, имѣется ли въ данномъ случаѣ сталь или желѣзо, что становится особенно затруднительнымъ въ томъ случаѣ, когда часть содержащагося въ металлѣ углерода замѣнена другими элементами.

Строеніе стали и желѣза зернисто-кристаллическое. Обработка въ холодномъ состояніи дѣлаетъ ихъ строеніе мелко-зернистымъ. Углеродъ, хромъ, вольфрамъ и молибденъ вызываютъ въ стали и желѣзѣ мелко-кристаллическое строеніе, тогда какъ фосфоръ дѣлаетъ строеніе ихъ крупно-кристаллическимъ. Сварочное желѣзо, если оно бѣдно фосфоромъ, показываетъ въ изломѣ волокнистое строеніе, которое обязано своимъ происхожденіемъ вытягиванію отдѣльныхъ зеренъ при обработкѣ. Образованіе волокнистаго строенія служитъ признакомъ хорошо свариваемаго, вязкаго и ковкаго продукта. Ковкость желѣза повышается съ температурой, ибо съ повышеніемъ температуры предѣлъ упругости падаетъ скорѣе, чѣмъ сопротивленіе излому, и потому матеріалъ можетъ принимать измѣненія формы, которыя сохраняются на продолжительное время.

Ковкость и тягучесть имѣютъ наибольшую величину въ чистомъ желѣзѣ, съ присоединеніемъ постороннихъ примѣсей эти важныя свойства желѣза уменьшаются, пока наконецъ не исчезаютъ совершенно. При содержаніи углерода въ 1,8% желѣзо почти не ковко; менѣе сильно вліяніе кремнія и наименьшее дѣйствіе, повидимому, оказываетъ въ этомъ отношеніи фосфоръ. Наиболѣе опасной для ковкости примѣсью является сѣра; она вызываетъ красноломкость, т. е. желѣзо при температурѣ краснаго каленія ломается при механической обработкѣ. Для литого желѣза въ этомъ отношеніи имѣетъ значеніе еще и кислородъ, который оказываетъ такое же дѣйствіе, какъ сѣра, хотя и въ менѣе сильной степени. Въ литомъ желѣзѣ извѣстное содержаніе марганца благопріятно вліяетъ на ковкость, такъ какъ марганецъ въ металлѣ соединяется съ сѣрой въ сѣрнистый марганецъ и вредное дѣйствіе ея на желѣзо, такимъ образомъ, парализуется.

Способность свариваться является наибольшею въ чистомъ желѣзѣ. Съ увеличеніемъ содержанія углерода она уменьшается, такъ что сталь, содержащая выше 1% углерода, сваривается уже съ трудомъ. Еще менѣе благопріятно вліяніе кремнія, тогда какъ фосфоръ въ этомъ отношеніи замѣтнаго вліянія не оказываетъ. Марганецъ, никкель, хромъ также неблагопріятно вліяютъ на свариваемость стали. Чтобы желѣзо хорошо сваривалось, необходимо тѣсное соприкосновеніе свариваемыхъ полосъ. При на-

каливаніи обѣихъ свариваемыхъ частей онѣ покрываются окалиной, что препятствуетъ тѣсному соприкосновенію плоскостей сварки между собою. Для устраненія этой пленки примѣняютъ какое-нибудь плавкое при температурѣ сварки вещество, которое растворяетъ окалину и образуетъ съ ней шлакъ, который при сваркѣ выжимается изъ сварочнаго шва. Въ зависимости отъ свариваемаго металла для этой цѣли примѣняются песокъ, глина, бура и другія примѣси.

Твердость желѣза и стали съ увеличеніемъ содержанія въ нихъ постороннихъ примѣсей растетъ. Наиболѣе рѣзко проявляютъ свое дѣйствіе опять таки углеродъ, который при операціяхъ закалки, т. е. нагрѣва до краснаго каленія и быстраго охлажденія, принимаетъ въ желѣзѣ особенную форму, называемую углеродомъ закалки.

Различаютъ нѣсколько родовъ закалки. Подъ естественной закалкой разумѣютъ закалку, которою обладаетъ медленно охлажденная сталь-она уничтожается при механической обработкѣ и снова возстановляется при отжигѣ издѣлій. Если сталь накалить до температуры выше 700°, то весь углеродъ переходитъ въ углеродъ закалки, при быстромъ охлажденіи углеродъ остается въ этой формѣ, и сталь принимаетъ такъ называемую „стеклянную" закалку. Такъ какъ при этой операціи въ металлѣ образуются напряженія, которыя впослѣдствіи вредно отзываются на его свойствахъ, то, чтобы уничтожить эти послѣднія, сталь послѣ закалки снова накаливаютъ до извѣстной температуры, при чемъ, вслѣдствіе перехода углерода закала въ другую форму, твердость стали нѣсколько уменьшается. Эта операція называется отпускомъ стали и сама сталь — отпущенною до извѣстной температуры.

Сопротивленія стали и желѣза различнымъ механическимъ усиліямъ зависятъ отъ ихъ химическаго состава, отъ механической обработки и отъ способа полученія даннаго сорта стали или желѣза. Первымъ нужно поставить сопротивленіе разрыву и наряду съ нимъ предѣлъ упругости, т. е. то предѣльное напряженіе, которое сталь способна выдерживать безъ остающагося постояннымъ измѣненія формы. При дѣйствіи усилія, напр. растяженія, нельзя переходить предѣла упругости матеріала, такъ какъ иначе появляются уменьшенія сѣченія, которыя сохраняются въ стали навсегда и увеличиваются при дальнѣйшей нагрузкѣ, пока, наконецъ, не произойдетъ разрывъ. Способность принимать остающіяся постоянными измѣненія формы называется тягучестью даннаго матеріала. Тягучесть будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше разность между предѣломъ упругости и временнымъ сопротивленіемъ, которое оказываетъ данное тѣло нарушенію связи частицъ. Чѣмъ больше эта разность, тѣмъ болѣе можно быть обезпеченнымъ отъ внезапнаго разрыва при нечаянномъ переходѣ за предѣлъ упругости. Чтобы выразить эти свойства матеріала числами, принято кромѣ сопротивленія разрыву показывать удлиненіе бруска, подвергающагося растягивающему усилію до его разрыва и уменьшеніе сѣченія, или сжатіе бруска въ плоскости разрыва.

Сварочное желѣзо обладаетъ меньшимъ сопротивленіемъ разрыву, чѣмъ литое, вязкость у сварочнаго желѣза также ниже, чѣмъ у литого желѣза съ малымъ содержаніемъ углерода.

Причина такой разницы заключается въ различіи способа полученія сварочнаго и литого желѣза. Сварочное желѣзо состоитъ изъ отдѣльныхъ зеренъ, соединенныхъ между собою помощью сварки, при чемъ между отдѣльными зернами неизбѣжно остаются заключенными еще частицы шлака. Этими-то включеніями постороннихъ тѣлъ, равно какъ и сваркой при помощи спрессовыванія желѣзныхъ частицъ между собою и обусловливается пониженіе прочныхъ свойствъ сварочнаго желѣза. Напротивъ того, литое желѣзо, получающееся въ жидкомъ видѣ, совершенно свободно отъ шлака, оно состоитъ изъ одного цѣльнаго куска и поэтому, при надлежащей обработкѣ,

дастъ матеріалъ лучшаго качества. Разница эта ясно выражается въ требованіяхъ, предъявляемыхъ къ различнымъ матеріаламъ. Отъ сварочнаго желѣза для строительныхъ цѣлей требуется сопротивленіе разрыву не менѣе 34 клгр. на 1 квадр. миллим. при 12% удлиненія; литое желѣзо для той же цѣли должно давать сопротивленіе разрыву не менѣе 37 клгр. и 20% удлиненія. Таже разница наблюдается и во всѣхъ остальныхъ случаяхъ примѣненія этихъ двухъ сортовъ желѣза.

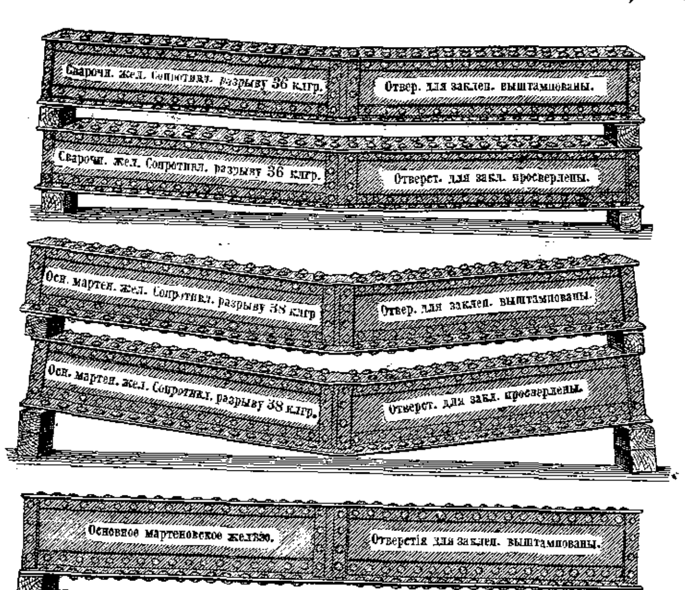
Вытѣсненіе сварочнаго желѣза литымъ — только вопросъ времени. Медленно, но вѣрно проложило себѣ путь литое желѣзо, и въ борьбѣ со сварочнымъ желѣзомъ на его сторонѣ не только большая прочность, но и дешевизна его приготовленія. Если, несмотря на это, употребленіе сварочнаго желѣза удержалось еще въ довольно значительныхъ размѣрахъ, то причина тому все еще недостаточное доселѣ знакомство техниковъ съ прекрасными свойствами литого желѣза, какъ матеріала для издѣлій. Сварочное желѣзо вообще легче сваривается и куется, чѣмъ литое, оно не такъ скоро портится отъ перегрѣва, не требуетъ при обработкѣ такихъ предосторожностей, какъ литое, благодаря чему рабочій естественно отдаетъ ему предпочтеніе передъ литымъ. Литое желѣзо явилось сравнительно недавно и, какъ совершенно новый матеріалъ, для издѣлій значительно отличается отъ сварочнаго по своимъ свойствамъ и способу обработки. Трудность, съ которой потребители примѣняются къ свойствамъ новаго литого металла, является препятствіемъ къ быстрому его распространенію. Но когда всюду проникнетъ сознаніе, что литое желѣзо, при надлежащей и осторожной его обработкѣ, стоитъ несравненно выше по своимъ качествамъ желѣза сварочнаго, массовое производство этого послѣдняго совершенно исчезнетъ изъ желѣзодѣлательной промышленности.

Наиболѣе чистое желѣзо обладаетъ умѣреннымъ сопротивленіемъ разрыву; вязкость его, напротивъ, выше, чѣмъ у желѣза, содержащаго много постороннихъ примѣсей. Вообще сопротивленіе желѣза разрыву увеличивается отъ присутствія въ немъ постороннихъ примѣсей и съ повышеніемъ содержанія этихъ примѣсей растетъ до извѣстнаго максимума, но, достигнувъ его, при дальнѣйшемъ повышеніи содержанія примѣсей, быстро падаетъ. Главную роль и здѣсь играетъ углеродъ, присутствіе котораго въ количествѣ около 1% сообщаетъ желѣзу наивысшее сопротивленіе разрыву, однако вязкость такого матеріала весьма незначительна. Менѣе рѣзко проявляютъ свое вліяніе кремній и марганецъ. Всѣ эти примѣси, равно какъ и хромъ, вольфрамъ и молибденъ, вызываютъ, на ряду съ повышеніемъ сопротивленія разрыву, уменьшеніе вязкости. Никкель, вводимый въ послѣднее время въ сталь, явился примѣсью, которая въ количествѣ 2—5% значительно увеличиваетъ сопротивленіе разрыву, не дѣлая въ то же время металла хрупкимъ. На этомъ основывается примѣненіе никкелевой стали въ качествѣ матеріала для приготовленія оружія. Мѣдь, сѣра, мышьякъ, сурьма и кислородъ являются нежелательными спутниками стали и желѣза, такъ какъ отъ нихъ можно ожидать только вреда.

Механическая обработка всегда повышаетъ сопротивленіе разрыву. Если обработка происходитъ при низкой температурѣ, то она уменьшаетъ вязкость, которая затѣмъ можетъ быть возвращена отжигомъ. Но если уплотненіе металла происходитъ при красномъ каленіи, т. е. обработка производится посредствомъ ковки, прессованія или прокатки, то слѣдствіемъ этого является увеличеніе какъ сопротивленія разрыву, такъ и вязкости. На этомъ основанъ тотъ фактъ, что одинъ и тотъ же матеріалъ обладаетъ тѣмъ большимъ сопротивленіемъ разрыву и тѣмъ большею вязкостью, чѣмъ меньше сѣченіе, до котораго онъ доведенъ механической обработкой. Точно также различныя мѣста одного и того же сѣченія показываютъ различное сопротивленіе, смотря потому, измѣряется ли оно у периферіи сѣченія, или въ серединѣ. Во вто-

ромъ случаѣ оно всегда меньше, такъ какъ дѣйствіе механической обработки проявилось здѣсь въ наименьшей степени и вслѣдствіе этого уплотненіе частицъ желѣза было наиболѣе слабое.

Закаленная сталь обладаетъ большимъ сопротивленіемъ разрыву, за то меньшей вязкостью и большей хрупкостью, нежели сталь мягкая. Отжигомъ стальныхъ издѣлій можно улучшить ихъ качества. Такъ отжигомъ стальныхъ издѣлій, полученныхъ отливкою въ горячемъ состояніи, можно увеличить ихъ сопротивленіе излому и вязкость. Наоборотъ при отжигѣ издѣлій, полученныхъ обработкою въ холодномъ состояніи, уменьшается ихъ сопротивленіе разрыву и увеличивается вязкость. Прежде держались того мнѣнія, что вслѣдствіе частыхъ сотрясеній понижаются сопротивленіе разрыву и вязкость желѣза, мнѣніе, благодаря которому къ желѣзу, какъ строительному матеріалу, долго питали недовѣріе. Новѣйшіе опыты, однако, доказали несправедливость этого взгляда.



457. **Проба на изгибъ.**

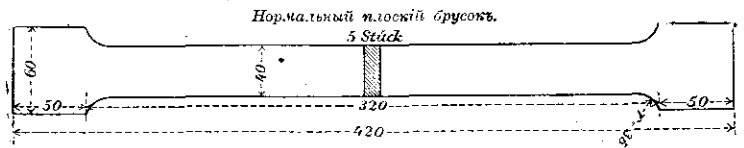
И с п ы т а н і е к о в к а г о ж е л ѣ з а производится на заводахъ непосредственно по окончаніи каждой плавки и такимъ образомъ немедленно доставляетъ важнѣйшія данныя для сужденія о качествахъ полученнаго продукта. Кусокъ испытуемаго желѣза пробуютъ на ковкость подъ небольшимъ паровымъ молотомъ, вытягивая его при температурѣ свѣтлокраснаго каленія частью въ ширину, частью въ длину, при чемъ края не должны давать рванинъ. Прокованную пробу сгибаютъ на 180°, продыравливаютъ и т. п. По этимъ пробамъ и судятъ о достоинствѣ продукта.

Болѣе распространенное примѣненіе имѣетъ п р о б а н а р а з р ы в ъ. Для пробы изготовляютъ обыкновенно круглые или плоскіе бруски, которые и подвергаютъ разрыву машинами, подобными представленной на фиг. 459 и 460. На верхнемъ концѣ прочной станины находится гайка подъемнаго винта, образующая втулку зубчатаго колеса, которое посредствомъ безконечнаго винта приводится во вращеніе отъ руки или отъ машины. Въ ручныхъ машинахъ достигается усиліе въ 30 000 кгр., а при ременной передачѣ доходитъ до 50 000 кгр. Нагрузка измѣряется рычажными вѣсами. Отношеніе плечей этихъ вѣсовъ равно 1:200. Передвижной грузъ перемѣщается по длинному плечу рычага помощью маховичка, причемъ одинъ оборотъ послѣдняго соотвѣтствуетъ нагрузкѣ въ 500 кгр. Небольшія части

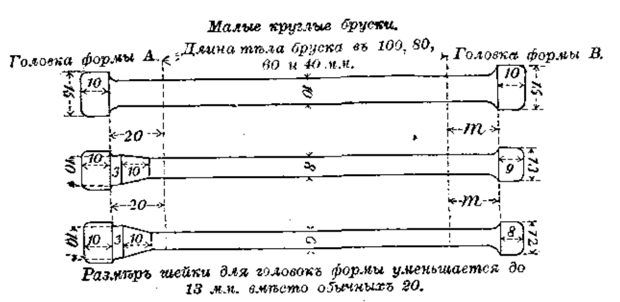


Нормальный брусокъ круглой формы.

Нормальный плоскій брусокъ.

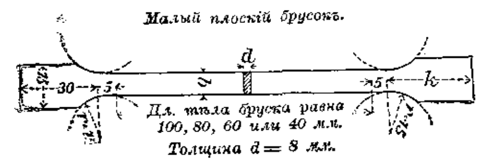


Малые круглые бруски.



Размѣръ шейки для головокъ формы уменьшается до 13 м.м. вмѣсто обычныхъ 20.

Малый плоскій брусокъ.

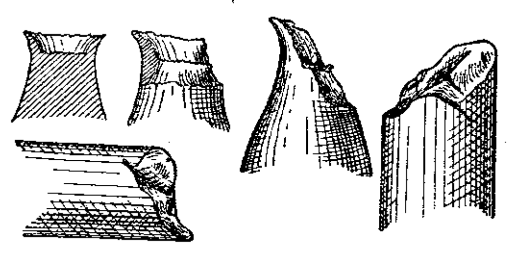


458. **Руски для пробы на разрывъ.**

459. Видъ съ боку. 460. Фасадъ.

459 и 460. **Станокъ для пробы на разрывъ.**

этой нагрузки 25 кгр. отсчитываются по дѣленіямъ на маховичкѣ. Послѣ разрыва пробные бруски показываютъ въ мѣстѣ разрыва уменьшеніе сѣченія, или сжатіе, какъ показано на рис. 461. Полученные результаты выражаются въ килограммахъ на одинъ квадратный миллиметръ, а уменьшеніе сѣченія и удлиненіе выражаются въ процентахъ. При вычисленіи удлиненія длина пробнаго бруска полагается равной 200 мм. Такъ какъ сила испытательной машины дѣйствуетъ медленно, то результаты такихъ испытаній могутъ имѣть значеніе при сужденіи только о такихъ напряженіяхъ, которыя дѣйствуютъ также постепенно. Если же матеріалъ долженъ подвергаться внезапнымъ напряженіямъ, то вмѣсто испытанія на разрывъ производятъ испытаніе на ударъ, при которомъ въ большинствѣ случаевъ есть возможность подвергать испытанію цѣлые предметы. Для производства этихъ испытаній служатъ копры, имѣющіе у подножія неподвижную часть, обыкновенно раздвоенную, на которой и располагается испытуемый предметъ. Между двумя отвѣсными направляющими ходитъ баба, которая своимъ притупленнымъ рѣзакомъ на нижнемъ концѣ падаетъ съ опредѣленной высоты на испытуемый предметъ. Зная вѣсъ бабы, легко вычислить живую силу удара, которую способенъ выдержать испытуемый предметъ. Паденіе бабы производятъ съ различной высоты, измѣряютъ послѣ каждаго удара прогибъ въ испытуемомъ предметѣ и постепенно увеличиваютъ высоту паденія, пока не произойдетъ излома, причемъ замѣчаютъ число ударовъ и высоту паденія бабы. Такимъ же образомъ производятся испытанія на изгибъ съ цѣлыми предметами, причемъ измѣряется уголъ, на который изгибается матеріалъ, не давая замѣтнаго излома въ мѣстѣ изгиба. Далѣе при испытаніи желѣза дѣлается еще проба на сварку и на закалку. При испытаніи на сварку, два бруска испытуемаго матеріала свариваются концами; сваренный брусокъ испытывается на разрывъ и полученные результаты сравниваются съ результатами испытанія на разрывъ несвареннаго бруска изъ того же матеріала. Испытаніе на закалку служитъ для указанія, принимаетъ ли вообще испытуемый матеріалъ закалку, или нѣтъ. При этомъ испытаніи опредѣляется также степень закалки. Равнымъ образомъ передъ испытаніемъ опредѣляется натуральная закалка испытуемой стали.



461. **Бруски послѣ разрыва.**

Химическія испытанія, при существующей тѣсной связи между химическимъ составомъ матеріала и его физическимъ строеніемъ, изслѣдованья состава даннаго матеріала являются безусловно необходимыми всюду, гдѣ желаютъ получить ясное представленіе о его свойствахъ. Равнымъ образомъ необходимы они для контроля за ходомъ плавки и для открытія причинъ брака. Поэтому за послѣднія десятилѣтія химическія испытанія стали занимаютъ въ желѣзномъ производствѣ все болѣе и болѣе видное мѣсто и множество научно-образованныхъ химиковъ работаютъ въ заводскихъ лабораторіяхъ, гдѣ продукты производства непрерывно подвергаются тщательнымъ испытаніямъ, такъ что нерѣдко число произведенныхъ въ теченіе дня въ заводскихъ лабораторіяхъ анализовъ простирается до нѣсколькихъ сотенъ.

Полученіе желѣза и стали.

Въ исторической части было уже сказано, что полученіе ковкаго желѣза непосредственно изъ рудъ, такъ называемый сыродутный способъ, былъ самый древній и до доменной плавки единственно распространенный. Сыро-

дутный горнъ представлялъ собою небольшую печь, отапливаемую углемъ, въ который вдувался воздухъ обыкновенными клинчатыми мѣхами. Руда расплавлялась между кусками угля и отчасти возстановлялась. Получавшійся по окончаніи операціи на днѣ горна комъ желѣза носилъ названіе крицы и состоялъ изъ болѣе или менѣе углеродистаго, проникнутаго шлаками матеріала, который послѣ вторичнаго нагрѣва подвергался проковкѣ. На рис. 462 представленъ такой заводъ; *A* — плавильная печь, стоящая подъ вытяжной трубой, въ горну печи видна куча угля, въ которой жаръ регулируется мастеромъ при помощи рычага *B*, соединеннаго съ задвижкой. Правой рукой онъ вдвигаетъ въ кучу угля раскаленную полосу желѣза отъ предъидущей плавки для зажиганія угля. Образовавшійся шлакъ вытекаетъ изъ шлаковаго отверстія *C*, а возстановленное желѣзо сваривается въ комъ на лещади печи, имѣющей форму тигля, и получившаяся такимъ образомъ крица *E*, по выгребкѣ угля, вынимается изъ печи, обстукивается деревянными молотами и потомъ помощью клина *I* раздѣляется на болванки *F*. Эти болванки затѣмъ снова подвергаются плавильному жару и подъ молотомъ проковываются въ мильбарсовыя полосы, которыя затѣмъ идутъ въ дальнѣйшую обработку.



462. **Сыродутный горнъ 16 столѣтія.** По Агриколѣ.

Однако, когда обработкѣ приходилось подвергать руду тугоплавкую и нечистую, сыродутныхъ горновъ оказалось недостаточно, и стали подымать стѣнки ихъ для предварительнаго подогрѣва руды и болѣе продолжительнаго ея пребыванія въ горну. Такимъ образомъ мало-по-малу изъ сыродутнаго горна получился штукофенъ. Плавка въ штукофенѣ происходитъ слѣдующимъ образомъ. Печь наполняется до извѣстной высоты древеснымъ углемъ, за которымъ засыпаютъ слой руды и затѣмъ слои угля и руды въ перемежающемся порядкѣ. Дутьо пускаютъ и грузятъ руду до тѣхъ поръ, пока внизу не начнется плавленіе, послѣ чего прекращаютъ загрузку, дутье продолжаютъ, пока все содержимое печи не расплавится и не получится крица ковкаго желѣза (Stück или Wolf). Изъ небольшихъ печей крица вынимается помощью клещей, а въ болѣе высокихъ печахъ для этой цѣли взламываютъ грудь печи. Извлеченная изъ печи крица идетъ въ дальнѣйшую обработку подъ молотомъ.

На рис. 463 воспроизведено изображеніе такого штукофена, данное Агриколой. *A*—печь, *B*—клинъ, которымъ крица разрубается на части, которыя, въ свою очередь, снова подвергаются нагрѣву въ особомъ горну и затѣмъ проковываются. Грудь печи, которая для удобства выниманія крицы не выкладывалась большими камнями, а задѣлывалась глиной или глиняными кирпичами, отчетливо обозначена на рисункѣ.

Плавка въ штукофенахъ въ Европѣ уже совершенно исчезла, только въ недавнее время она снова появилась въ лѣсистой мѣстности Финляндіи благодаря введенію новаго, усовершенствованнаго штукофена, въ которомъ горнъ сдѣланъ вставнымъ, такъ что по полученіи въ немъ крицы весьма значительной величины горнъ удаляется и на его мѣсто вставляется другой. Благодаря такому устройству достигнутъ непрерывный ходъ печи, вслѣдствіе чего существенно повысилась экономичность процесса. Полученныя крицы ковкаго желѣза не идутъ однако непосредственно въ проковку на готовые сорта для продажи, а поступаютъ сначала въ мартеновскую печь, гдѣ онѣ расплавляются и освобождаются отъ заключенныхъ въ нихъ шлаковъ.



463. **Штукофенъ 16 столѣтія.** По Агриколѣ.

Кричный процессъ.

Послѣ превращенія штукофена въ доменную печь, въ которой стали получать жидкій продуктъ, именно чугунъ, явилась необходимость перерабатывать послѣдній въ желѣзо. Вначалѣ этой необходимости не ощущалось, такъ какъ жидкій чугунъ служилъ только для производства отливокъ, въ то время какъ ковкое желѣзо получалось еще первобытнымъ способомъ. Способъ полученія желѣза посредствомъ окислительнаго плавленія чугуна въ горну, или такъ называемый кричный способъ, явился не сразу, какъ готовое изобрѣтеніе, а вырабатывался съ теченіемъ времени на основаніи данныхъ прежней практики. Какъ мы видѣли выше при плавкѣ въ штукофенахъ, полученная крица для болѣе удобной дальнѣйшей обработки разрубалась на меньшія части, которыя нагрѣвались въ особыхъ горнахъ и затѣмъ обработывались подъ молотами. Если эта операція первоначально имѣла цѣлью лишь нагрѣвъ крицы, то при этомъ само собою получалось еще и улучшеніе нечистаго продукта, сырыя еще части обезуглероживались, вся масса становилась однороднѣе, образнѣе и чище. Вскорѣ при этомъ замѣтили, что въ одномъ и томъ же

горну и изъ одного и того же матеріала можно получать и сталь, и желѣзо, смотря по выбору крицы и по роду нагрѣва. На альпійскихъ заводахъ практика показала, что можно было приготовить превосходную сталь, расплавивъ въ горну получавшійся попутно въ штукофенѣ чугунъ и обрабатывая затѣмъ крицу въ этой ваннѣ изъ богатаго углеродомъ желѣза. Такимъ образомъ постепенно перешли отъ очистки желѣза нагрѣвомъ въ горну къ полученію желѣза изъ чугуна кричнымъ способомъ.

Сущность кричнаго процесса заключается въ очисткѣ чугуна окислительнымъ плавленіемъ, причемъ имѣется прежде всего въ виду удаленіе избытка углерода, а равно и заключающихся въ чугунѣ другихъ примѣсей, какъ-то, марганца, кремнія, фосфора и т. п. Окисляющимъ средствомъ служитъ атмосферный воздухъ, а также кислородъ образующихся шлаковъ, богатыхъ закисью желѣза.

Изъ примѣсей чугуна прежде всего окисляется кремній, который съ образующимися попутно закисью марганца и закисью желѣза даетъ легкоплавкій шлакъ. Хотя желѣзо гораздо труднѣе окисляется, чѣмъ кремній и марганецъ, тѣмъ не менѣе оно съ самаго начала подвергается дѣйствію кислорода, такъ какъ находится въ чугунѣ въ избыткѣ. Шлаки, вначалѣ довольно кислые, при дальнѣйшемъ ходѣ процесса, вслѣдствіе перехода желѣза въ шлакъ закиси желѣза, становятся все болѣе основными и тугоплавными. Въ то же время повышается температура плавленія очищеннаго отъ кремнія и марганца чугуна. Чтобы процессъ шелъ непрерывно, необходимо увеличить упругость дутья, такъ что несгорѣвшій еще углеродъ теперь въ короткій промежутокъ времени сгораетъ почти совершенно, причемъ какъ сильный окислитель дѣйствуетъ кислородъ закиси желѣза, которая при этомъ возстановляется въ металлическое желѣзо. Фосфоръ окисляется уже въ началѣ процесса: какъ только шлаки, съ *повышеніемъ содержанія закиси желѣза*, сдѣлались основными, они пріобрѣтаютъ способность поглощать содержащійся въ чугунѣ фосфоръ.

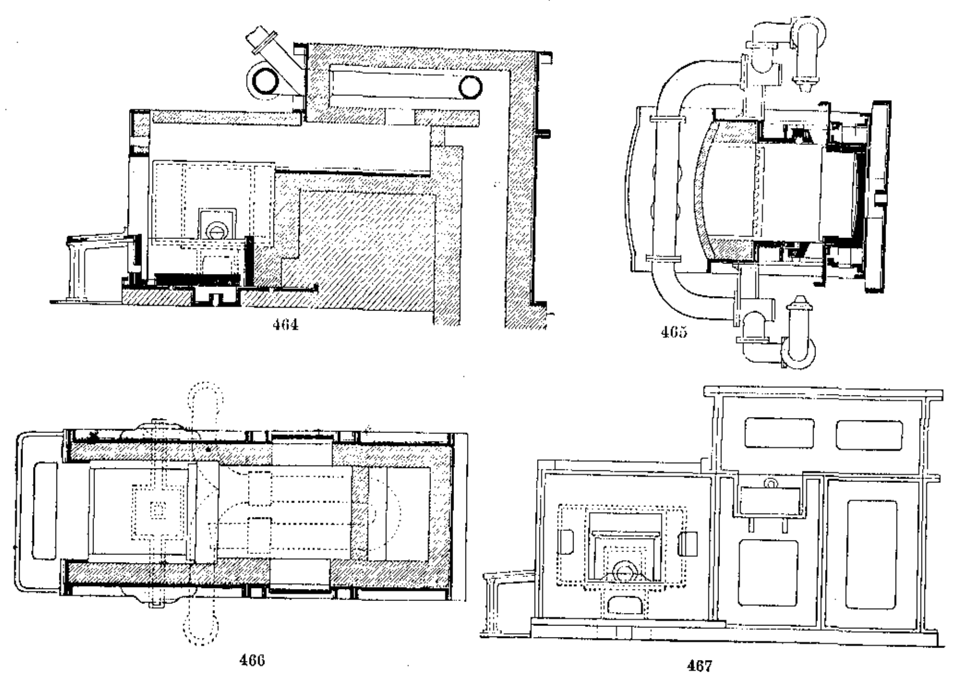
Въ качествѣ горючаго при кричномъ процессѣ можетъ служить только древесный уголь; коксъ отдавалъ бы желѣзу содержащуюся въ немъ сѣру и тѣмъ сообщалъ бы послѣднему красноломкость. Работу въ кричномъ горну ведутъ такимъ образомъ, что, расплавляя чугунъ, заставляютъ его стекать по каплямъ передъ струей вдуваемаго воздуха, причемъ кислородъ послѣдняго окисляетъ примѣси чугуна, и эту операцію повторяютъ до тѣхъ поръ, пока не получится продуктъ желаемаго качества. Число такихъ операцій зависитъ какъ отъ состава чугунной садки, такъ и отъ качествъ того продукта, который желаютъ получить.

Описанныя особенности плавки въ кричномъ горну имѣютъ многія преимущества, благодаря которымъ въ нѣкоторыхъ богатыхъ лѣсами мѣстностяхъ кричный способъ удержался и по настоящее время, когда ковкое желѣзо получается несравненно болѣе дешевыми способами и въ большихъ количествахъ. Чѣмъ меньше количество желѣза, получаемаго заразъ при одномъ процессѣ, тѣмъ однороднѣе оно по своему строенію и качествамъ, тѣмъ менѣе въ то же время и количество *остающихся заключенными* въ немъ шлаковъ. Кромѣ того важно еще то обстоятельство, что температура при этомъ процессѣ очень высока, и поэтому шлаки очень легко удаляются въ жидкомъ видѣ. Кричное желѣзо благодаря этому отличается высокими качествами и для приготовленія высшихъ сортовъ стали, для очень тонкихъ листовъ и т. п. примѣняется еще и въ настоящее время.

Кричный горнъ представляетъ собою углубленіе, выложенное на днѣ и по бокамъ чугунными плитами, носящими въ Россіи обыкновенно названіе „досокъ“. Смотря по ихъ положенію въ горну, различаютъ переднюю, или рабочую доску, которая называется также соковой доской, противъ рабочей стороны лежитъ задняя, или хвостовая доска, плита на сторонѣ фурмы назы-

вается фурменной доской, а противолежащая ей — противуфурменной доской. Въ соковой доскѣ для выпуска шлаковъ сдѣлано одно большое отверстіе, или же нѣсколько мелкихъ расположенныхъ одно надъ другимъ. Фурма въ кричныхъ горнахъ имѣла всегда нѣкоторый наклонъ и дѣлалась изъ мѣди.

Новѣйшій шведскій кричный горнъ представленъ на рис. 464—467. Стѣнки горна выложены чугунными плитами, лещадь также покрыта плитой, которая можетъ охлаждаться водою. Для выпуска шлаковъ передняя доска имѣетъ одно отверстіе. Дутье вступаетъ въ горнъ двумя фурмами, расположенными непосредственно надъ фурменными стѣнками, другъ противъ друга. На рисункѣ видѣнъ только воздухопроводъ, *сопла не показаны*. *Въ старыхъ* кричныхъ горнахъ работали съ однимъ только сопломъ, въ Швеціи же для



464—467. **Кричный горнъ современной конструкціи.**

ускоренія процесса число ихъ увеличиваютъ нерѣдко до трехъ. Продукты горѣнія проводятся въ передовой горнъ, гдѣ подогрѣваютъ слѣдующую садку, передъ пускомъ ея въ плавку. Кромѣ того теплота въ этому горну утилизируется для подогрѣва дутья. Устройство воздухопровода таково, что допускаетъ работу какъ на горячемъ, такъ и на холодномъ дутьѣ. Въ послѣднемъ случаѣ *передовой горнъ соединяютъ* прямо съ боровкомъ, вслѣдствіе чего продукты горѣнія, не проходя воздухонагрѣвательной камеры, уходятъ непосредственно въ дымовой каналъ. Производительность такого кричнаго горна, смотря по величинѣ садки и качеству продукта, составляетъ около 7—10 тоннъ желѣза въ недѣлю, съ расходомъ горючаго около 1000 клгр. на одну тонну продукта.

Пудлинговая плавка.

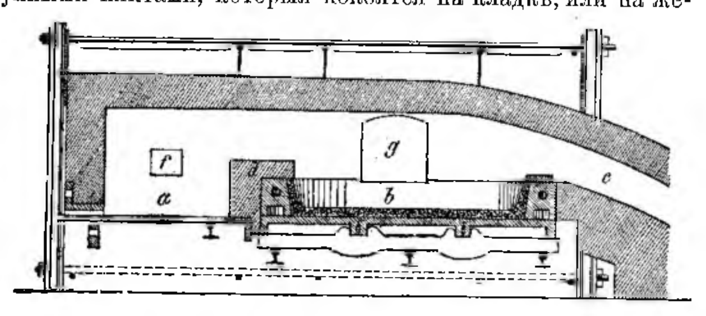
Съ изобрѣтеніемъ паровой машины и развитіемъ промышленности въ Англіи въ концѣ 18-го столѣтія потребность въ желѣзѣ стала сильно возрастать, между тѣмъ какъ съ другой стороны прогрессивное потребленіе дре-

веснаго угля начало уже угрожать истребленіемъ лѣсовъ. Въ виду этого дѣлалось множество попытокъ ввести въ кричный процессъ въ качествѣ горючаго каменный уголь. Но всѣ эти попытки кончались полной неудачей вслѣдствіе того, что въ кричномъ горну каменный уголь находился въ непосредственномъ соприкосновеніи съ получающимся желѣзомъ и, такимъ образомъ, послѣднему предоставлялась полная возможность отнимать у каменнаго угля всегда содержащуюся въ немъ сѣру, которая, сообщая желѣзу краснoломкость, дѣлала его негоднымъ къ дальнѣйшей обработкѣ. Только послѣ того, какъ въ 1788 году англичанинъ Кортъ примѣнилъ къ передѣлу чугуна въ желѣзо пламенную печь, которая уже издавна примѣнялась для выплавки бронзы въ большихъ количествахъ, вопросъ о примѣненіи каменнаго угля въ качествѣ горючаго для передѣла чугуна значительно приблизился къ своему рѣшенію. Въ пламенной или отражательной печи горючее сжигается въ топкѣ, смежной съ плавильнымъ пространствомъ, продукты горѣнія проходятъ надъ подомъ печи къ боровку, отдавая при этомъ свою теплоту находящимся на поду матеріаламъ. Непосредственное соприкосновеніе металла съ горючимъ въ этомъ случаѣ совершенно не имѣетъ мѣста, такъ какъ горючее на колосникахъ топки отдѣлено отъ пода, гдѣ находится расплавленный металлъ, порогомъ пламеннаго окошка. Кортъ не достигъ, однако, въ своей печи большихъ результатовъ, такъ какъ онъ оставилъ старую неизмѣненную плавильную отражательную печь. Набойка пода въ его новой печи оставалась изъ того же богатаго кремне-кислотой матеріала. Но на такомъ поду не могло образоваться необходимыхъ для хода процесса основныхъ шлаковъ; обезуглероживаніе происходило очень медленно, такъ какъ сгораніе углерода должно было при этомъ совершаться на счетъ кислорода газовъ, тогда какъ въ кричномъ горну кислородъ закиси желѣза шлаковъ также дѣйствовалъ какъ окислитель. Вслѣдствіе этого процессъ сильно затягивался и угаръ металла значительно повышался. Кортъ старался ускорить процессъ тѣмъ, что сталъ перемѣшивать жидкую ванну длинной желѣзной клюшкой, чтобы предоставлять кислороду газовъ все новыя поверхности соприкосновенія. Благодаря такому перемѣшиванію процессъ и получилъ свое названіе пудлингованія, отъ англійскаго слова to puddle, что значитъ перемѣшивать. Однако, для того чтобы новый способъ могъ разсчитывать на успѣхъ въ борьбѣ съ прежнимъ кричнымъ способомъ на древесномъ углѣ, предстояло еще подвергнуть существенному измѣненію набойку пода новой печи. Только послѣ того, какъ подъ былъ устроенъ изъ чугунныхъ плитъ и покрытъ слоемъ окалины, условія, необходимыя для скораго и полнаго обезуглероживанія ванны, оказались выполненными. На такомъ основномъ поду не могло образоваться кислыхъ шлаковъ; топочные газы и окись желѣза содержали достаточно кислорода для сжиганія углерода перерабатываемаго чугуна. Продолжительность операціи благодаря этому значительно сократилась, и угаръ металла понизился до очень малой величины, такъ что процессъ этотъ вскорѣ распространился по всей Англіи, а оттуда перешелъ на материкъ Европы. Первоначально, однако, умѣли готовить на поду отражательной печи только мягкое желѣзо, и только въ 1835 году отцу австрійской металлургіи желѣза Туннеру удалось получить въ пудлинговой печи и сталь. Дальнѣйшее развитіе этотъ способъ получилъ главнымъ образомъ на нѣкоторыхъ вестфальскихъ заводахъ въ Лимбургѣ, на Леннѣ, въ Гаске, въ Гёрде и др., которые на всемірной выставкѣ въ Лондонѣ въ 1851 году привлекали общее вниманіе своими издѣліями изъ пудлинговой стали.

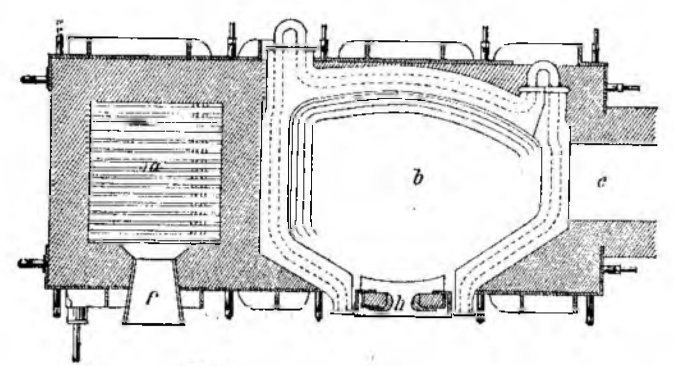
Пудлинговая плавка, которая такъ удивляла міръ сто лѣтъ тому назадъ, въ настоящее время является процессомъ, уже отжившимъ свой вѣкъ. Суточная производительность пудлинговыхъ печей не выдерживаетъ никакого

сравненія съ тѣми массами, которыя получаются за тотъ же промежутокъ времени въ ретортѣ по бессемеровскому способу.

Пудлинговая печь. Какъ уже было сказано выше, пудлинговая печь представляетъ собою печь отражательную и относится къ печамъ съ топкой, расположенной непосредственно у печи. Она состоитъ изъ топки *a* (рис. 468 a и b), въ которой сжигается уголь, дающій длинное пламя и пода *b*, на которомъ расплавляется чугунъ. Топка имѣетъ прямоугольное сѣченіе, а подъ устроенъ такъ, что онъ суживается по направленію къ боровку *c* и легко доступенъ для перемѣшиванья ломами изъ рабочихъ отверстій. Топка и подъ отдѣляются другъ отъ друга порогомъ *d*. Основаніе пода образуется тремя чугунными плитами, которыя покоятся на кладкѣ, или на желѣзныхъ балкахъ и имѣютъ снизу свободный доступъ, такъ что подъ плитами можетъ циркулировать воздухъ для ихъ охлажденія. Стѣнки пода составлены изъ пустотѣлыхъ желѣзныхъ брусковъ *e*, связанныхъ между собою болтами. Каналы этихъ брусковъ соединены другъ съ другомъ колѣнчатыми звеньями *к* такимъ образомъ, что въ стѣнкахъ печи образуется непрерывный каналъ, въ которомъ циркулируетъ вода для охлажденія стѣнокъ. Вода поступаетъ и уходитъ изъ канала черезъ отверстіе въ передней стѣнкѣ печи. Стѣнки пода и самъ подъ выложены огнеупорной кладкой. Подъ отдѣленъ отъ топки и отъ боровка двумя порогами пламеннымъ *d* и малымъ *f*, состоящими изъ желѣзныхъ брусьевъ, выложенныхъ огнеупорной кладкой. Вся печь перекрыта сводомъ, нѣсколько наклоннымъ отъ передней стѣнки печи къ задней. Къ малому порогу сѣченіе печи уменьшается какъ въ ширину, такъ и въ высоту съ цѣлью увеличить скорость движенія газовъ и сильно нагрѣть печь въ этомъ мѣстѣ. Такое увеличеніе количества протекающихъ въ единицу времени газовъ является необходимымъ, такъ какъ газы подходятъ къ этому концу печи значительно охлажденными свѣжимъ воздухомъ, поступающимъ черезъ рабочія отверстія печи.



468 a. **Пудлинговая печь.** Разрѣзъ.



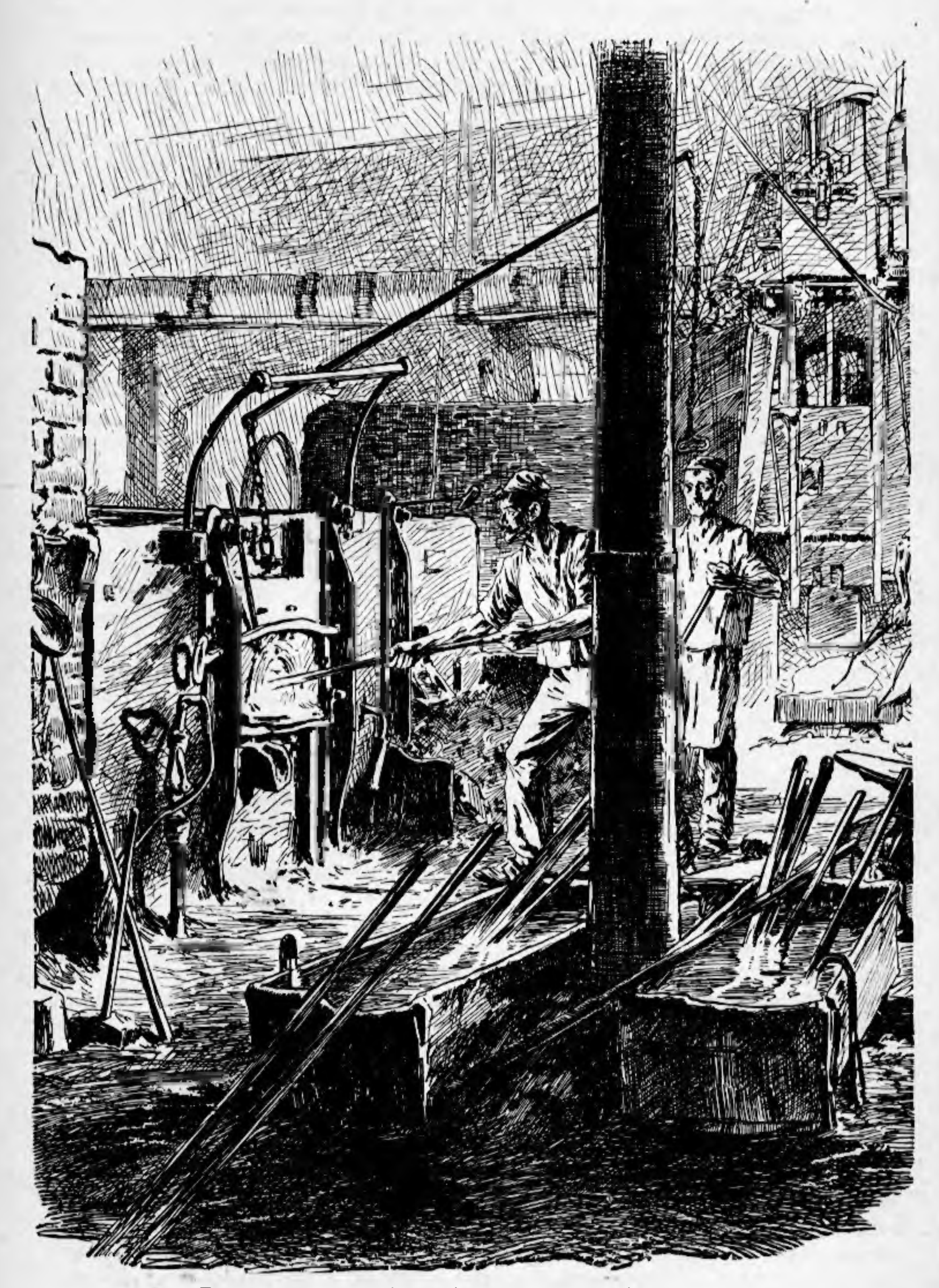
468 b. **Пудлинговая печь.** Фасадъ.

Въ дверцѣ рабочаго окна, которое открывается только во время посадки чугуна въ печь, находится небольшое отверстіе *h*, служащее для введенія въ печь рабочихъ инструментовъ во время хода плавки. Дверца рабочаго окна покоится на чугунномъ подоконникѣ, или рабочей доскѣ; подъ ней находится отверстіе для выпуска шлаковъ.

Передъ новой садкой, которая въ обыкновенныхъ печахъ составляетъ

250—300 кгр., температуру въ печи понижаютъ и подъ охлаждаютъ осторожной поливкой его водой, затѣмъ забрасываютъ въ печь нѣсколько лопатъ окалины и спѣлыхъ пудлинговыхъ шлаковъ. Повышеніемъ температуры въ печи, при закрытомъ окнѣ, эту смѣсь переводятъ въ тѣстообразное состояніе. Масса эта при помощи клюшки распредѣляется равномѣрно по поду и у стѣнокъ, такъ что подъ получаетъ гладкую поверхность. Послѣ этого садятъ чугунъ и расплавляютъ его при высокой температурѣ и безъ доступа воздуха. Дверца рабочаго окна опущена и рабочее отверстіе въ ней закрыто желѣзнымъ листомъ, а щели тщательно засыпаны угломъ. Спустя минутъ 25—30 садка расплавилась, и въ печь вводятъ ломъ, которымъ стараются поднять вверхъ части металла, находящіяся внизу, чтобы расплавить весь находящійся въ печи чугунъ. Уже во время процесса плавленія газы, богатые окислителями, кислородомъ и углекислотой, оказываютъ химическое дѣйствіе на плавящійся матеріалъ. Кремній, который только тогда присутствуетъ въ значительномъ количествѣ, когда въ садкѣ много сѣраго чугуна, окисляется и въ видѣ кремнекислоты уходитъ въ шлакъ. Но такъ какъ шлаки покрываютъ собою металлическую ванну и препятствуютъ дѣйствію газовъ, то задачею пудлингера теперь является обработать ванну перемѣшиваніемъ клюшкой. Клюшка вводится въ печь черезъ отверстіе въ рабочей дверцѣ и рабочій передвигаетъ ее по поду, начиная отъ боровка, въ радіальномъ направленіи взадъ и впередъ, отъ передней стѣнки къ задней (рис. 469). Вслѣдствіе пониженія температуры и продолжающагося окисленія желѣза шлаки становятся тугоплавче, такъ что обнаженныя изъ подъ шлаковъ части желѣза не такъ скоро покрываются ими снова, что даетъ возможность энергичнаго воздѣйствія газовъ на металлъ. Этотъ первый періодъ, въ который сгораетъ главнымъ образомъ кремній и часть марганца и фосфора, называется періодомъ рафинированія, или шлакованія, который тѣмъ продолжительнѣе, чѣмъ больше содержаніе кремнія въ садкѣ. Если обрабатывается матеріалъ, бѣдный кремніемъ, то уже въ началѣ этого періода сгораетъ нѣкоторая часть углерода.

Перемѣшиванье производятъ, мѣняя клюшки, такъ какъ послѣднія быстро раскаливаются. Окисленіе энергично поддерживается шлаками (и окалиной), на счетъ кислорода которыхъ сгораютъ марганецъ и углеродъ, причемъ сами шлаки возстановляются. Сгораніе углерода различимо простымъ глазомъ благодаря выдѣленію образующейся окиси углерода, которая на поверхности ванны сгораетъ голубоватыми огоньками въ углекислоту. При прогрессивномъ повышеніи температуры выдѣленіе газовъ становится все оживленнѣе, такъ что вся ванна вскипаетъ, подъ наполняется до краевъ жидкими шлаками, которые подымаются до рабочаго окошка и стекаютъ по рабочей доскѣ. Чѣмъ дальше идетъ окисленіе, тѣмъ ванна становится тугоплавче и работа перемѣшиванія все труднѣе и труднѣе. Въ концѣ этого періода начинается постепенно образованіе желѣза и температура печи уже недостаточно высока для поддержанія всей насадки въ жидкомъ состояніи: второй періодъ, *періодъ кипѣнія*, окончился. Появляющіяся вначалѣ въ видѣ отдѣльныхъ зеренъ частицы желѣза все умножаются, свариваются другъ съ другомъ, такъ что наконецъ перемѣшиваніе становится очень затруднительнымъ. Если насадка содержитъ много марганца и углерода, то періодъ кипѣнія затягивается, такъ какъ марганецъ, который уходитъ въ шлакъ, увеличиваетъ легкоплавкость послѣдняго, вслѣдствіе чего, при перемѣшиваніи, металлъ остается скрытымъ отъ дѣйствія газовъ, а значительное количество углерода, требуя для своего сгоранія много кислорода, естественно затягиваетъ процессъ. Когда такимъ образомъ чугунъ превратился въ ковкое желѣзо, то масса его оказывается недостаточно однородною, на днѣ пода еще есть неготовыя части, которыя при дальнѣйшей работѣ, разбивкѣ и переворачиваніи



469. Пудлинговая печь и обжимной молотъ на заводѣ Круппа въ Эссенѣ.

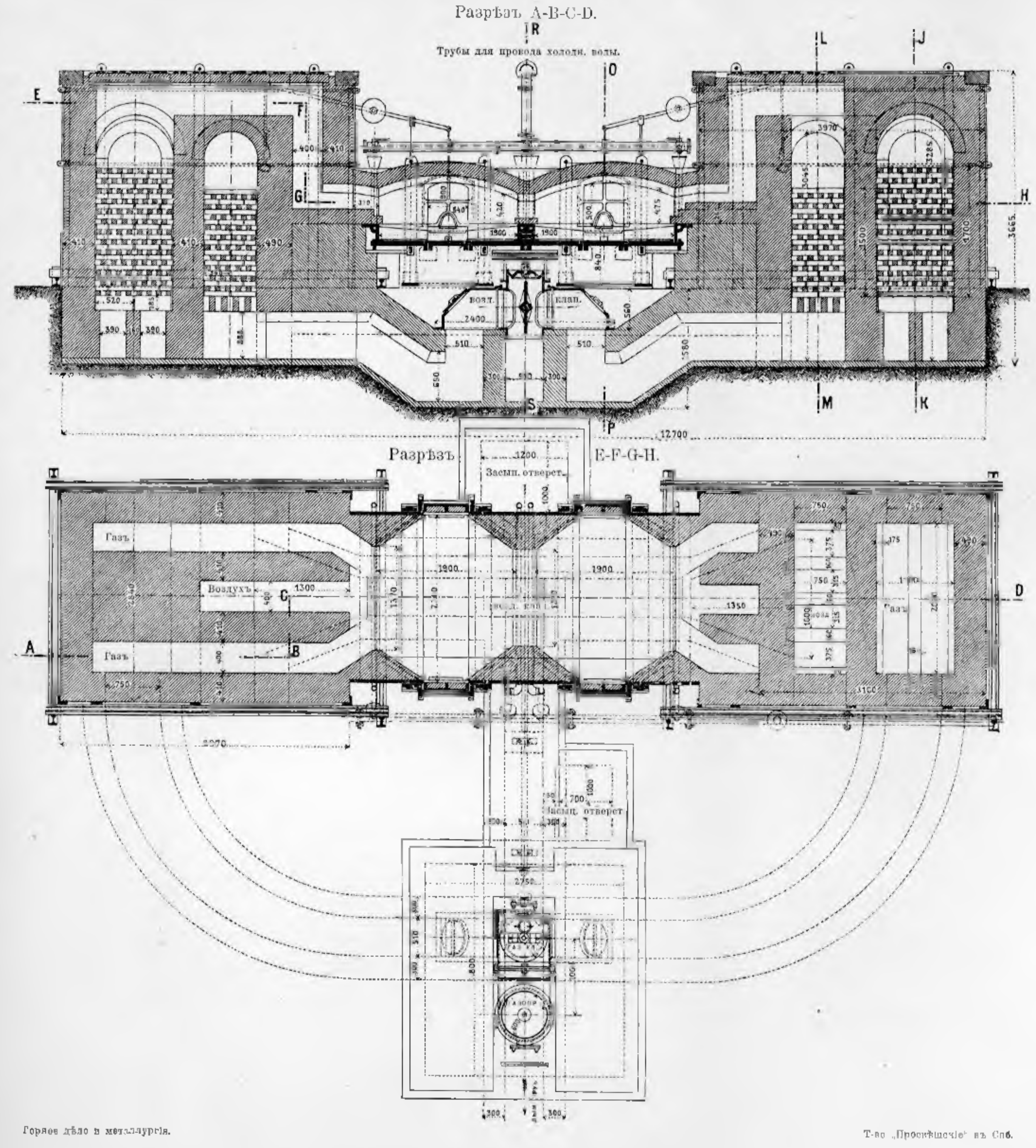
поспѣваютъ окончательно. Клюшка замѣняется ломомъ, которымъ пудлингеръ, начиная съ одного конца печи, раздѣляетъ тѣстообразную массу на части, переворачиваетъ ихъ, подставляя подъ дѣйствіе газовъ, и наконецъ скатываетъ въ комъ. Если нужно, то комъ снова разбивается на части, которыя еще разъ подвергаются переворачиванію. Этотъ періодъ называется періодомъ поспѣванія.

Когда желѣзо вполнѣ поспѣло, начинается работа накатыванія крицъ. Комъ разбивается ломомъ на 4—6 частей, которыя пудлингеръ затѣмъ по очереди катаетъ по поду въ различныхъ направленіяхъ, чтобы придать имъ шарообразную форму и вмѣстѣ съ тѣмъ разсѣянныя по поду частицы желѣза приварить къ массѣ крицы. Готовыя крицы помѣщаются на задней сторонѣ печи и, при закрытомъ рабочемъ окнѣ, сильно прогрѣваются, чтобы привести въ жидкое состояніе заключающіеся въ крицѣ шлаки и вытопить ихъ изъ губчатой массы желѣза. Послѣ этого крицы при помощи большихъ щипцовъ вытаскиваются изъ печи черезъ открытое садочное окно, помѣщаются на спеціальную телѣжку и отвозятся къ молоту. Удары молота вначалѣ очень слабые, шлакъ вытокаетъ изъ массы крицы изо всѣхъ ея поръ и красными струями стекаетъ по наковальнѣ. Крица постепенно принимаетъ форму восьмигранной болванки, молотъ усиливаетъ свои удары и частицы шлака разбрызгиваются во всѣ стороны. Послѣ обжимки полученная болванка идетъ въ прокатку на такъ называемый мильбарсъ. Это — пластины шириною обыкновенно въ ладонь и толщиною въ палецъ, онѣ разламываются машиной, и по излому судятъ объ ихъ качествѣ и производятъ сортировку.

Для полученія мягкаго волокнистаго желѣза берутъ обыкновенно бѣлый, малокремнистый чугунъ, такъ какъ продолжительность процесса при этомъ сокращается и вслѣдствіе этого плавка, благодаря меньшему расходу топлива и менѣе значительному угару, оказывается въ экономическомъ отношеніи болѣе выгодной. Если же желаютъ вести пудлингованіе на мелкозернистое желѣзо, которое по своимъ свойствамъ занимаетъ средину между сталью и желѣзомъ, или же на сталь, то въ садку прибавляютъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ сѣраго богатаго кремніемъ чугуна, такъ какъ этимъ процессъ замедляется и его удобнѣе регулировать. Обезуглероживаніе въ этомъ случаѣ нельзя вести слишкомъ далеко, послѣдняя часть работы при пудлингованіи, переворачиваніе крицъ, совершенно опускается и накатка крицъ производится подъ слоемъ шлака, чтобы предохранить углеродъ отъ дальнѣйшаго сгоранія. Пудлингованіе на мелкозернистое желѣзо или на сталь требуетъ опытныхъ рабочихъ, ибо для достиженія желаемаго продукта нуженъ большой навыкъ.

Потеря металла, или угаръ, колеблется между 8 и 15°/₀, расходъ горючаго отъ 800 до 1800 клгр. на тонну пудлинговой болванки. Печь описаннаго устройства, при пудлингованіи на мелкозернистое желѣзо, дѣлаетъ около 10 плавокъ, а при пудлингованіи на мягкое волокнистое желѣзо, около 16—18 плавокъ въ двѣ 12-ти часовыя смѣны.

Чтобы увеличить производительность пудлинговыхъ печей, стали примѣнять двойныя пудлинговыя печи. Такъ какъ длину пода нельзя увеличивать далѣе извѣстной величины, ибо, въ противномъ случаѣ, у боровка температура была бы слишкомъ низка для успѣшнаго хода процесса, то пришлось перейти къ увеличенію ширины печей. Но чтобы весь подъ былъ доступенъ рабочимъ инструментамъ, пришлось на обѣихъ сторонахъ печи сдѣлать отверстія для введенія этихъ послѣднихъ, чѣмъ и отличаются двойныя пудлинговыя печи отъ простыхъ. При двойныхъ пудлинговыхъ печахъ примѣняются большею частью газовыя топки, причемъ газъ получается въ генераторѣ, составляющемъ одно цѣлое съ печью. Отработавшіе въ печи газы еще на столько горячи, что при простыхъ пудлинговыхъ печахъ ихъ можно



Т-во „Просвѣщеніе" въ Спб.

Пудлинговыя печи системы Шпрингера.

примѣнять для отопленія парового котла, помѣщающагося непосредственно позади печи.

Чтобы отдѣльныя садки могли быстрѣе слѣдовать одна за другой и чтобы тѣмъ уменьшить расходъ топлива, иногда позади перваго пода устраиваютъ второй подъ, такъ называемый чугунникъ, въ которомъ во время операціи находится чугунъ, подлежащій слѣдующей плавкѣ. Теплота отработавшихъ газовъ, прежде чѣмъ они достигнутъ котла, утилизируется для подогрѣва чугуна; для пудлингованія чугунъ этотъ затѣмъ переводится черезъ порогъ на плавильный подъ. Перегрузка чугуна изъ одного отдѣленія въ другое является однако неудобною. Чтобы избѣжать этого, устраиваютъ пудлинговыя печи съ двумя одинаковыми подами, изъ которыхъ каждый служитъ попеременно то для пудлингованія, то для подогрѣва. Посаженный въ печь чугунъ остается въ этомъ случаѣ до самаго окончанія процесса на одномъ и томъ же поду; здѣсь, однако, необходимо устройство для перемѣны направленія пламени, чтобы пламя проходило спачала надъ тѣмъ подомъ, на которомъ происходитъ пудлингованіе.

Эта задача разрѣшена очень просто въ пудлинговой печи Шпрингера (см. таблицу): примѣнивъ регенеративную систему Сименса, измѣняютъ направленіе пламени посредствомъ перекидного клапана. Устройство обоихъ подовъ, раздѣленныхъ другъ отъ друга охлаждаемымъ водою чугуннымъ брусомъ, обыкновенное. На обоихъ концахъ печи помѣщаются оба регенератора, которые, для болѣе удобнаго доступа къ нимъ, устроены надземными. Газовый клапанъ помѣщается въ сторонѣ отъ печи, а клапанъ для воздуха поставленъ подъ подовыми плитами печи, благодаря чему здѣсь вызывается энергичный токъ воздуха, чѣмъ достигается хорошее охлажденіе пода.

Печь Питцка съ вращающимся подомъ имѣетъ совершенно такое же расположеніе двойного пода, какъ печь Шпрингера, но направленіе пламени только съ одной стороны. Чтобы, однако, каждый разъ пламя проходило спачало надъ тѣмъ подомъ, который требуетъ наибольшаго жара, средняя часть печи, лежащая между топкой и боровкомъ, съ обоими подами при помощи гидравлическаго устройства нѣсколько приподнимается и затѣмъ поворачивается въ горизонтальной плоскости на 180°, послѣ чего подъ снова опускается до прежняго уровня. Стыковыя части у топки и у боровка сдѣланы воронкообразными, такъ что достаточно небольшого хода поршня, и опусканіе происходитъ удобно. Такимъ же образомъ достигается и плотное закрытіе въ различныхъ частяхъ печи. Печь снабжена топкой съ горизонтальной колосниковой рѣшеткой и работаетъ съ нагрѣтымъ верхнимъ и нижнимъ дутьемъ. Нагрѣвъ дутья производится слѣдующимъ образомъ. Передъ печью, ниже уровня заводскаго пола, помѣщается пароструйная воздуходувка, которая всасываетъ воздухъ. Но прежде, чѣмъ вступить въ машину, струя воздуха циркулируетъ подъ подомъ печи, затѣмъ, выйдя изъ воздуходувки, дутье частью направляется подъ рѣшотку, а другая часть дѣлаетъ нѣсколько оборотовъ въ стѣнкахъ топки и затѣмъ, выходя изъ передней стѣнки въ пламенное окошко, утилизируется въ качествѣ верхняго дутья для полнаго сжиганія топочныхъ газовъ. Выходящіе изъ печи, послѣ прохожденія надъ обоими подами, отработавшіе газы утилизируются еще и для образованія пара въ вертикальномъ паровомъ котлѣ. Въ настоящее время эта печь, какъ и печь Шпрингера, снабжена газовой топкой; она примѣняется на самомъ большомъ австрійскомъ заводѣ, въ Витковицахъ, въ Моравіи.

Бессемеровская плавка.

Въ 1855 году англійскій металлургъ Бессемеръ взялъ привилегію на способъ передѣла чугуна въ желѣзо, посредствомъ пропусканія сжатаго воздуха черезъ слой жидкаго чугуна. Прошло не мало лѣтъ, пока удалось

преодолѣть первыя трудности, которыя препятствовали практическому развитію этого процесса. Въ началѣ шестидесятыхъ годовъ этотъ способъ примѣнялся уже на нѣкоторыхъ англійскихъ заводахъ, а въ 1862 году была пущена въ ходъ первая бессемеровская фабрика въ Германіи Альфредомъ Круппомъ, который тогда же постигъ значеніе новаго процесса.

Въ то время, какъ при разсмотрѣнныхъ доселѣ передѣлочныхъ процессахъ кислородъ газовъ дѣйствуетъ на расплавленный въ печи металлъ медленно и только съ поверхности и, кромѣ того, въ сообществѣ со шлаками, въ бессемеровскомъ способѣ сжатый воздухъ множествомъ тонкихъ струй съ большой силой продувается снизу черезъ значительный слой расплавленнаго металла. Такимъ образомъ дѣйствію кислорода воздуха предоставляется большая поверхность, металлическая ванна находится въ постоянномъ движеніи, такъ что постоянно новыя частицы металла приходятъ въ соприкосновеніе со вдуваемымъ воздухомъ, и дѣйствіе кислорода на примѣси чугуна въ высшей степени энергично. Производительность этого способа громадна; бессемеровская реторта новѣйшей конструкціи вмѣщаетъ въ себѣ 15 тоннъ жидкаго металла, которыя содержатъ приблизительно 350 клгр. кремнія, 525 клгр. углерода и 350 клгр. марганца. Для сгоранія этихъ элементовъ необходимо 1140 клгр. воздуха, занимающихъ объемъ приблизительно въ 6000 куб. метровъ. Нельзя, однако, воспрепятствовать окисленію нѣкоторой части желѣза, что требуетъ примѣрно такого же объема воздуха. Все это громадное количество воздуха должно быть доставлено воздуходувной машиной въ 12—15 минутъ, и въ этотъ короткій промежутокъ времени получается такое количество литого металла, которое составляетъ нагрузку почти $1^1/_2$ желѣзнодорожныхъ вагоновъ. Но для перемѣщеній, подъемовъ и опусканій такихъ желѣзныхъ массъ необходимо такое множество устройствъ и вспомогательныхъ приборовъ, какъ ни при одномъ другомъ металлургическомъ процессѣ.



470. Гейнрихъ Бессемеръ.

Главная особенность этого процесса заключается въ томъ, что сгорающія примѣси металлической ванны, прежде всего кремній, затѣмъ марганецъ и, наконецъ, углеродъ, сами служатъ горючимъ матеріаломъ, и, такъ какъ сгораніе этихъ элементовъ происходитъ въ самой ваннѣ въ очень короткій промежутокъ времени, то передача тепла металлической ваннѣ настолько

совершенная, что температура ванны подымается очень сильно, и продуктъ получается въ жидкомъ видѣ, тогда какъ въ вышеописанныхъ способахъ вслѣдствіе недостаточно высокой температуры продуктъ получается въ тѣстообразномъ состояніи. Такимъ образомъ этотъ процессъ не требуетъ для передѣла чугуна въ желѣзо никакого расхода горючаго, что при большой производительности этого способа имѣетъ громадное значеніе въ экономическомъ отношеніи. Въ виду развивающейся въ ваннѣ весьма высокой температуры необходимо дѣлать стѣнки реторты изъ матеріала очень огнеупорнаго. Вначалѣ набойка конвертора приготовлялась изъ естественнаго кварцеваго камня, такъ называемаго ганнистера, который впослѣдствіи былъ замѣненъ искусственными богатыми кремнекислотой кирпичами высокой огнеупорности. При кисломъ характерѣ набойки конвертора, которая вслѣдствіе высокой температуры сильно разъѣдается образующимися шлаками, шлакъ можетъ получиться только кислый, при которомъ выдѣленіе фосфора изъ чугуна невозможно. Причина, вслѣдствіе которой фосфоръ не можетъ быть выдѣленъ изъ ванны и готоваго продукта, въ то время при изобрѣтеніи способа не была извѣстна. Вначалѣ предполагали возможнымъ подвергать бессемерованію всѣ сорта чугуна, независимо отъ ихъ химическаго состава, и получать при этомъ хорошій ковкій продуктъ. Но вскорѣ ошибка эта обнаружилась и былъ установленъ фактъ, что только совершенно чистые, почти свободные отъ фосфора сорта чугуна могутъ быть примѣняемы въ качествѣ сырого матеріала въ этомъ процессѣ. Чистыя руды, въ смыслѣ отсутствія фосфора, сравнительно мало распространены; въ болѣе или менѣе значительныхъ количествахъ такія руды встрѣчаются въ Испаніи, на Уралѣ, а въ прежнее время и въ Англіи. Поэтому нѣмецкіе заводы выписывали бессемеровскій чугунъ изъ Англіи и въ этомъ отношеніи Германія многіе годы была данницей Англіи и позднѣе Испаніи, откуда она получала и отчасти еще и понынѣ получаетъ бѣдную фосфоромъ руду.



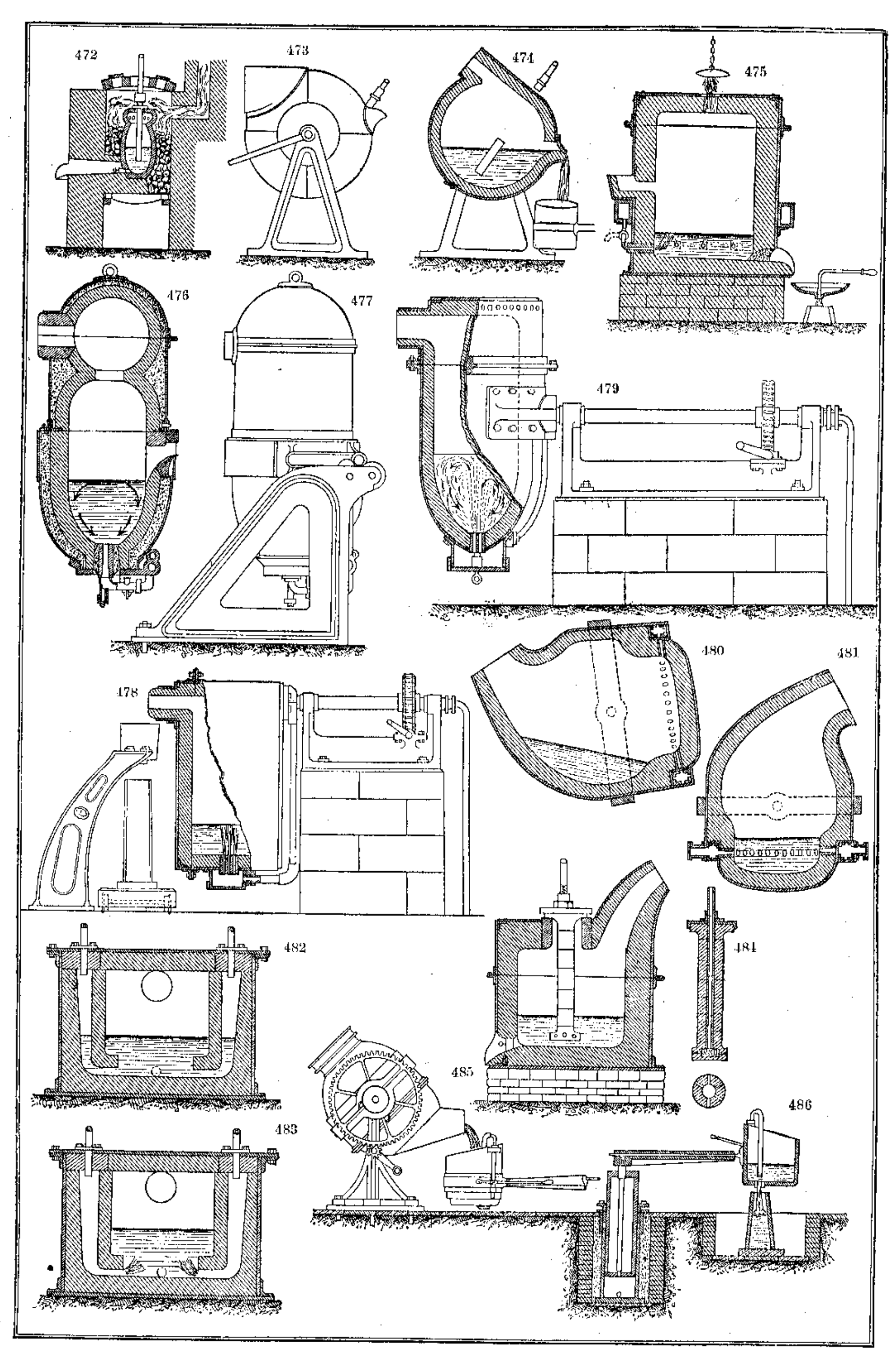
471. С. Г. Томасъ.

Возможность выдѣленія фосфора путемъ бессемерованія обсуждалась металлургами со всѣхъ сторонъ, дѣлались также опыты въ маломъ масштабѣ для опредѣленія условій дефосфоризаціи. Нашли, что конверторъ долженъ быть снабженъ основной набойкой, чтобы получить, какъ при кричномъ и пудлинговомъ процессѣ, сильно-основной шлакъ, которому бы свойственно было связывать фосфоръ. По выполненія этого въ большомъ масштабѣ пришлось ждать еще долго, такъ какъ не умѣли готовить основной набойки, которая была бы въ состояніи выдерживать высокую температуру реторты. Только благодаря неутомимымъ опытамъ англичанина Томаса ему въ

1878 году удалось разрѣшить эту задачу. Онъ приготовилъ основную набойку изъ смѣси извести и магнезіи, которую онъ получилъ обжиганіемъ встрѣчающагося въ природѣ доломита; прибавленіемъ извести въ ванну онъ достигъ сильно основныхъ шлаковъ, и такимъ образомъ условія для удаленія фосфора были выполнены.

Процессъ этотъ по имени изобрѣтателя носитъ названіе томасовскаго процесса, или томассированія. Послѣ возникновенія своего въ Англіи процессъ этотъ былъ развитъ практически и научно нѣмецкими металлургами; въ особенности большія заслуги въ этомъ отношеніи принадлежатъ заводу Гёрде близъ Дортмунда и заводу Rheinische Stahlwerke въ Мейдерихѣ, близъ Рурорта. При этомъ обнаружилось, что и этимъ способомъ не всѣ содержащіе фосфоръ сорта чугуна могутъ быть обрабатываемы; онъ требуетъ чугуна, богатаго фосфоромъ, который въ процессѣ играетъ роль горючаго, такъ какъ богатаго кремніемъ чугуна примѣнить нельзя вслѣдствіе того, что образующаяся отъ сгоранія кремнія кремне-кислота уменьшаетъ основность шлака, и такимъ образомъ выдѣленіе фосфора будетъ затруднено. Такъ какъ Германія богата содержащими фосфоръ рудами, то основной процессъ получилъ тамъ большое значеніе и, благодаря дальнѣйшему развитію и распространенію томасовскаго процесса, Германія заняла одно изъ первыхъ мѣстъ среди желѣзо-производящихъ странъ. Важность этого способа для Германіи доказывается тѣмъ обстоятельствомъ, что въ настоящее время Германія производитъ $^2/_3$ всего количества основного литого желѣза и стали, вырабатываемаго на земномъ шарѣ, причемъ въ экономическомъ отношеніи большое значеніе имѣетъ еще тотъ фактъ, что шлаки, получающіеся при томасовскомъ процессѣ, благодаря высокому содержанію фосфорной кислоты, являются превосходнымъ удобрительнымъ матеріаломъ для сельскаго хозяйства, чѣмъ сберегаются для страны многіе милліоны марокъ, утекавшіе прежде заграницу.

Развитіе бессемеровскаго процесса. На рис. 472—486 представлены различныя стадіи развитія формы бессемеровской реторты, данныя ей ея изобрѣтателемъ. Для первыхъ своихъ опытовъ Бессемеръ пользовался обыкновенной печью съ трубой (рис. 472), куда помѣщался глиняный тигель въ 20 клг. вмѣстимостью. Онъ имѣетъ въ крышкѣ отверстіе, въ которое вставлена глиняная же трубка. Въ этомъ тиглѣ расплавляется 5—6 клг. чугуна, затѣмъ въ крышку вставлена воздушная трубка и въ ванну пущено дутье. Съ этимъ аппаратомъ Бессемеръ продѣлалъ свои первые опыты, и въ коллекціи общества Iron and Steel Institute хранится еще проба отъ полосы желѣза, полученнаго въ этомъ аппаратѣ. При этихъ опытахъ операція происходила въ печи, гдѣ металлъ поддерживался въ горячемъ состояніи коксовымъ пламенемъ. Для полученія необходимой для даннаго процесса весьма высокой температуры и для поддержанія ея безъ затраты горючаго Бессемеръ построилъ приборъ, представленный на фиг. 473 и 474. Сопло, вставленное въ ванну, послѣ окончанія плавки и передъ началомъ выпуска вынималось изъ нея. На рис. 475 представлено дальнѣйшее видоизмѣненіе въ устройствѣ реторты; здѣсь воздухъ вдувался въ металлъ черезъ множество сопелъ, расположенныхъ на боковыхъ стѣнкахъ аппарата. Готовый металлъ выпускался изъ отверстія, расположеннаго у дна аппарата, какъ это видно на рисункѣ. Вскорѣ, однако, оказалось, что дутье было недостаточно сильно, чтобы достигать до средины ванны, металлъ поспѣвалъ вполнѣ только у стѣнокъ въ то время, какъ въ серединѣ оставался еще не совсѣмъ поспѣвшій металлъ, вслѣдствіе чего страдало качество продукта. Бессемеръ понималъ необходимость заставить дутье съ значительною силою дѣйствовать на среднюю часть ванны и построилъ аппаратъ формы, представленной на рис. 476 и 477, который можно разсматривать какъ прототипъ нынѣшняго конвертора. Чтобы



472—486. **Различныя формы конвертора.**

воспрепятствовать выбросамъ металла, онъ надстроилъ къ аппарату придаточную часть, выложенную огнеупорной массой. Такая грушевидная форма реторты дала возможность привести во время плавки содержимое реторты въ весьма быстрое движеніе и тѣмъ достигнуть болѣе равномѣрнаго хода процесса и поспѣванія металла. Металлъ выливался въ воду, гранулировался и затѣмъ плавился въ тигляхъ съ присадкой угольнаго порошка и окиси марганца, и такимъ путемъ получалась превосходная сталь.

Чтобы сопла во время налива и выпуска оставались свободными, аппаратъ былъ построенъ въ формѣ конвертора, представленной на рис. 478; цилиндръ вращался около пустотѣлой горизонтальной оси, расположенной эксцентрично по отношенію къ самому конвертору; по пустотѣлой оси подводилось дутье. Вращеніе конвертора производилось посредствомъ безконечнаго винта и зубчатаго колеса. Вслѣдствіе эксцентрическаго положенія цапфъ металлическая ванна подымается и выливается въ изображенный на рисункѣ неподвижный ковшъ, подъ которымъ во время отливки передвигался рядъ призматическихъ чугунныхъ формъ, поставленныхъ на длинной узкой четырехколесной тележкѣ, которая для удобной доставки болванокъ къ калильнымъ печамъ ходила по рельсамъ. На рис. 479 представлена подобной же формы реторта, подвѣшенная на возможно близкомъ разстояніи отъ своего центра тяжести. На рис. 480 и 481 показанъ конверторъ, въ которомъ фурменныя отверстія опять расположены сбоку; онъ подвѣшенъ на двухъ цапфахъ, на которыхъ можетъ вращаться, и фурменныя отверстія здѣсь, какъ видно на рис. 480, не покрываются во время литья металломъ. Конверторы квадратнаго сѣченія (рис. 482 и 483), снабженные внутри двумя доходящими почти до дна перегородками, раздѣлявшими два боковыхъ воздушныхъ отдѣленія отъ центральнаго, въ которое наливался расплавленный чугунъ, равно какъ и приборъ съ центральной фурмой, вводимой сверху и состоявшей изъ нѣсколькихъ слоевъ каменной кладки, внутри которой проходила желѣзная труба, проводившая дутье и имѣвшіе цѣлью увеличить продолжительность службы фурмъ, которыя въ прежнихъ приборахъ требовали частой смѣны, не достигли своей цѣли. Перепробовавъ такимъ образомъ различныя формы для передѣлочнаго прибора, Бессемеръ въ концѣ концовъ вернулся опять къ типу вращающагося аппарата, представленнаго на рис. 485 и 486, примѣняемаго и въ настоящее время, спустя 40 лѣтъ во всѣхъ странахъ. Конверторъ представленъ на рисункѣ въ моментъ выпуска металла въ ковшъ. Вращеніе конвертора производилось отъ руки помощью зубчатой рейки. Ковшъ помѣщался на длинномъ плечѣ гидравлическаго крана простѣйшей формы. Онъ былъ поворотный и проходилъ надъ полукруглой литейной канавой, въ которой поставлены были чугунныя формы, такъ называемыя изложницы, предназначенныя для пріема стали, такъ что изъ нихъ получаются призматическія болванки, идущія затѣмъ въ механическую обработку. Ковшъ имѣетъ въ днищѣ отверстіе, закрываемое пробкой изъ огнеупорной глины, такъ что нѣтъ надобности лить черезъ край ковша.

Сырые матеріалы для процесса бессемерованія. Чугунъ для бессемерованія долженъ быть возможно бѣденъ фосфоромъ и сѣрой, онъ долженъ содержать не болѣе 0,10% фосфора и максимумъ 0,15% сѣры. Если чугунъ содержитъ фосфора больше, то продуктъ не можетъ получиться хорошаго качества, такъ какъ фосфоръ вызываетъ въ литомъ металлѣ хрупкость, такъ называемую хладноломкость.

Содержаніе кремнія колеблется, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, въ довольно значительныхъ предѣлахъ. Американскіе заводы перерабатываютъ чугуны съ содержаніемъ кремнія отъ 0,8% до 1%, такъ какъ благодаря этому сокращается продолжительность плавки. Въ Германіи и въ Россіи чаще всего встрѣчаются сорта чугуна съ содержаніемъ кремнія въ 1,6 до

2,2%. При болѣе низкомъ содержаніи кремнія плавка очень холодна, и чугунъ долженъ поступать въ ковшъ сильно перегрѣтый, для чего при переплавкѣ чугуна требуется большой расходъ кокса. При болѣе высокомъ содержаніи плавка очень горяча, набойка сильно разъѣдается, происходитъ много выбросовъ, ванну приходится охлаждать присадкой обрѣзковъ литого металла, кромѣ того въ продуктѣ остается слишкомъ много кремнія.

Содержаніе марганца наиболѣе желательно отъ 2,5—3%. Марганецъ способствуетъ образованію легкоплавкаго и жидкаго шлака, но болѣе высокое содержаніе его затрудняетъ плавку. Содержаніе углерода рѣдко бываетъ ниже 3%, чаще всего оно бываетъ свыше 3,5%. Нижеслѣдующіе примѣры показываютъ составъ матеріала, поступающаго въ реторту:

	Углеродъ	Кремній	Марганецъ	Фосфоръ	Сѣра
Серенгъ (Бельгія)	—	1,66	3,50	0,039	0,09
Швехатъ (Австрія)	—	1,77	4,32	0,084	0,025
Кёнигинъ-Маріенгютте (Сакс.)	3,90	2,74	2,12	0,17	0,17
Георгъ-Маріенгютте (Пруссія)	4,76	3,13	3,42	0,13	0,047

Томасовскій чугунъ. Содержаніе фосфора не должно быть меньше извѣстнаго предѣла, такъ какъ онъ при этомъ процессѣ играетъ роль производителя тепла. Чѣмъ выше содержаніе кремнія, тѣмъ ниже можетъ быть содержаніе фосфора и наоборотъ, высокое содержаніе кремнія однако не желательно, такъ какъ онъ разъѣдаетъ основную набойку конвертора. При 0,6% кремнія чугунъ долженъ содержать минимумъ 1,5% фосфора. Недостающій кремній, который сгораетъ въ началѣ процесса, тогда какъ фосфоръ горитъ въ концѣ, долженъ быть замѣненъ въ этомъ случаѣ высокой температурой перегрѣва чугуна и, кромѣ того, значительнымъ содержаніемъ марганца. Содержаніе углерода въ томасовскомъ чугунѣ въ среднемъ ниже, чѣмъ въ бессемеровскомъ.

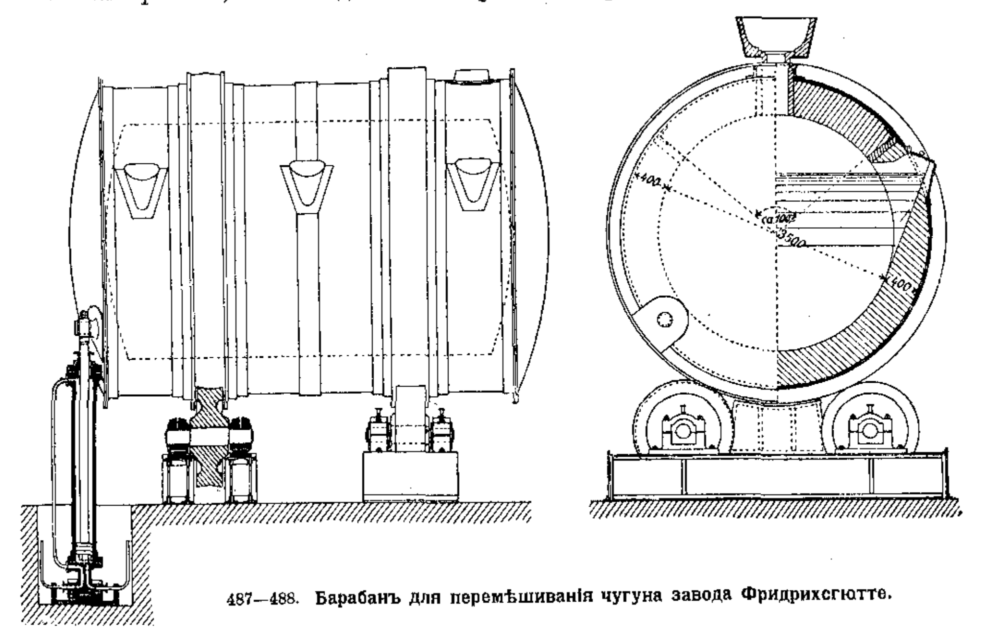
Примѣры томасовскаго чугуна:

		Кремній	Марганецъ	Фосфоръ
Лонгви (Франція)	=	0,35	1,80	2,0—2,25
Гёрде (Вестфалія)	=	0,58	1,37	2,75
Фениксъ (Рейн. пров.)	=	0,20	1,8—2,3	2,0—2,4
Пейне (Ганноверъ)	=	0,60	—	2,7
Кладно (Австрія)	=	0,40	0,4	2,0
Фриденсгютте (Силезія)	=	0,4—1,0	1,5—3,5	1,5—2,25

Переплавка чугуна. — Чугунъ, доставляемый доменными печами въ штыкахъ, складывается въ штабеля. Эти послѣдніе состоятъ изъ чугуновъ различныхъ выпусковъ одной доменной печи, такъ что по переплавкѣ въ конверторъ попадаетъ чугунъ нѣсколькихъ выпусковъ, которые часто разнятся въ своемъ составѣ, и такимъ образомъ достигается болѣе или менѣе равномѣрное смѣшеніе. Переплавка производится въ вагранкахъ, представляющихъ собою цилиндрическія шахтныя печи, къ которымъ дутье доставляется отъ вентилятора. На заводѣ всегда имѣются нѣсколько такихъ печей, изъ которыхъ одна обыкновенно въ ходу, а другія въ ремонтѣ. Для задувки такой печи на лещади располагается костеръ изъ дровъ, на него насыпается коксъ, которымъ наполняютъ нижнюю часть печи выше фурмъ. Когда передъ фурмами покажется раскаленный коксъ, пускаютъ дутье, въ то же время печь до колошника наполняютъ коксомъ, чугуномъ и известнякомъ. Дутье пускаютъ до тѣхъ поръ, пока не расплавится необходимое для одной операціи въ конверторѣ количество чугуна. Затѣмъ дутье прекращаютъ и выпускаютъ чугунъ, который по желобу стекаетъ въ ковшъ, или же прямо по желобу проводится въ положенный на спину конверторъ. Когда чугунъ выпущенъ, выпускное отверстіе затыкается и расплавляется слѣдующая садка, причемъ ходъ печи уже болѣе скорый и съ увеличеніемъ числа плавокъ ходъ

ускоряется. При болѣе или менѣе продолжительной работѣ въ одной и той же печи горнъ послѣдней вслѣдствіе оплавленія его стѣнокъ становится все больше, что должно быть принято во вниманіе, такъ какъ въ противномъ случаѣ садка можетъ получиться слишкомъ большою. Известнякъ прибавляется для ошлакованія золы кокса и приставшаго къ чугуну песка, при основномъ процессѣ для той же цѣли присаживаютъ также конверторные выбросы, которые вмѣстѣ съ известью содержатъ значительныя количества желѣза, которое здѣсь получается обратно. Точно также переплавляются въ вагранкахъ и такимъ образомъ утилизируются остатки производства, такъ называемый ломъ.

При стеканіи капель расплавленнаго чугуна мимо фурмъ, сгораютъ извѣстныя примѣси, важныя для бессемеровскаго процесса, что необходимо при-



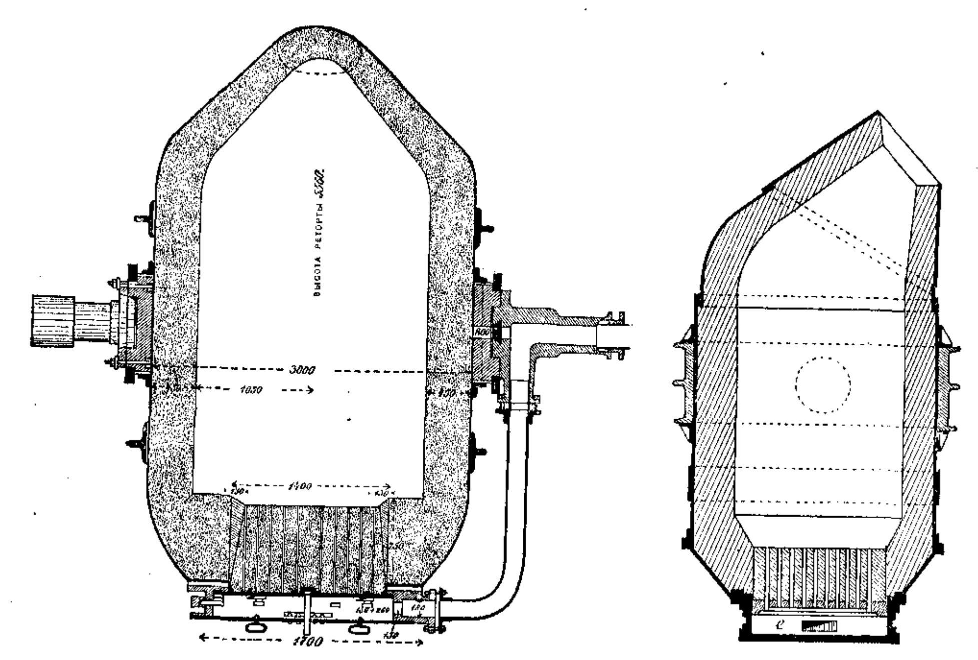
487—488. **Барабанъ для перемѣшиванія чугуна завода Фридрихсгютте.**

нимать во вниманіе при составленіи шихты для вагранки, чтобы въ конверторѣ не оказалось недостатка въ этихъ элементахъ. Въ особенности цѣнный для бессемеровскаго процесса кремній, равно какъ и марганецъ подвергаются въ вагранкѣ окисленію и уходятъ въ видѣ кремнекислоты и закиси марганца въ шлакъ; равнымъ образомъ уменьшается общее содержаніе желѣза. Угаръ, т. е. потеря въ вѣсѣ чугуна составляетъ приблизительно 2% всего вѣса заваленнаго въ печь чугуна.

Бессемерованіе безъ переплавки чугуна.— Указанная потеря металла при переплавкѣ чугуна, какъ и расходъ известняка въ количествѣ около 6% вѣса чугуна, а равно расходъ горючаго для переплавки и стоимость содержанія приборовъ, въ которыхъ они водутся, значительно удорожаютъ веденіе даннаго процесса. Поэтому на нѣкоторыхъ заводахъ устроено такъ, что чугунъ отъ доменныхъ печей доставляется въ сталелитейную мастерскую въ жидкомъ видѣ и изъ ковша, въ который чугунъ поступилъ изъ доменной печи, наливается непосредственно въ конверторъ. Этотъ, во всякомъ случаѣ весьма экономичный способъ имѣетъ, однако, другіе недостатки. Доменная печь даетъ не всегда одинаковый по составу чугунъ, онъ долженъ тотчасъ же по приходѣ отъ доменной печи идти въ обработку; смѣшиваніе различныхъ сортовъ чугуна при этомъ способѣ бессемерованія почти невоз-

можно, почему отъ завѣдующаго доменной плавкой требуется большая внимательность, чтобы получить однородный продуктъ. Если въ доменной печи *произошло разстройство, то въ случаѣ наличности лишь одной печи*, что бываетъ не рѣдко, оно отражается неизбѣжно на бессемерованіи.

Всѣ эти неудобства бессемерованія безъ переплавки чугуна устраняются введеннымъ Гильгенштокомъ на заводѣ Гёрде коллекторомъ для чугуна. Это — большой грушевидный, очень похожій на конверторъ, только значительно большихъ размѣровъ, сосудъ, иногда имѣющій цилиндрическую форму, склепанный изъ толстыхъ котельныхъ листовъ и выложенный внутри огнеупорными кирпичами. Въ аппаратѣ имѣются два отверстія, черезъ одно жидкій чугунъ изъ доменной печи наливается въ коллекторъ, а другое



489—490. **Бессемеровскій конверторъ.**

служитъ для того, чтобы выливать чугунъ въ ковшъ, который затѣмъ передаетъ свое содержимое конвертору. Коллекторъ вмѣщаетъ отъ 100—150 тоннъ жидкаго чугуна, т. е. количество его достаточное для 10—15 плавокъ.

Весь аппаратъ покоится на двухъ крѣпкихъ цапфахъ, или на валикѣ, а въ случаѣ цилиндрической его формы, на четырехъ роликахъ, опрокидываніе его производится при помощи гидравлическаго устройства.

Примѣненіе коллектора, при помощи котораго можно регулировать составъ чугуна, поступающаго въ плавку, имѣетъ не только это преимущество; онъ оказываетъ также существенное вліяніе на уменьшеніе содержанія сѣры, этого столь вреднаго спутника чугуна, сообщающаго продукту свойство, извѣстное подъ названіемъ красноломкости.

Если чугунъ, съ большимъ содержаніемъ сѣры и марганца, оставить на нѣкоторое время въ покоѣ, то сѣра соединяется съ марганцемъ въ нерастворимый въ металлической ваннѣ сѣрнистый марганецъ, который, какъ болѣе легкое тѣло, собирается на поверхности ванны и можетъ быть легко удаленъ изъ коллектора. Поэтому при наличности коллектора можно быть увѣреннымъ, что содержаніе сѣры въ готовомъ продуктѣ никогда не достигнетъ такой

величины, чтобы неблагопріятно отразиться на качествѣ продукта. Чугунъ остается въ коллекторѣ продолжительное время жидкимъ, такъ что сталелитейная мастерская можетъ быть остановлена на воскресные или праздничные дни или можно работать въ ной только денную смѣну, не причиняя этимъ никакого неудобства для хода работъ.

Бессемеровскій конверторъ. Жидкій чугунъ, полученный переплавкой, или изъ коллектора, или же прямо изъ доменной печи, въ ковшѣ доставляется въ сталелитейную и при помощи элеватора подымается на рабочую площадку конвертора. Попутно жидкій чугунъ часто взвѣшивають и такимъ образомъ точно устанавливаютъ вѣсъ садки, на основаніи чего можно затѣмъ по разности этого послѣдняго вѣса и вѣса полученныхъ болванокъ опредѣлить угаръ металла въ конверторѣ.

Процессъ передѣла чугуна въ желѣзо происходитъ въ конверторѣ. Конверторъ представляетъ собою — грушевидной формы сосудъ, склепанный изъ толстыхъ котельныхъ листовъ и состоящій изъ шлема съ горловиной, верхней части и нижней съ днищемъ. Цилиндрическая средняя часть бессемеровской реторты состоитъ изъ двухъ частей, которыя соединены между собою посредствомъ фланцевъ, болтовъ и чекъ. Такимъ же образомъ вся средняя часть соединяется съ одной стороны съ коническимъ днищемъ, а съ другой со шлемомъ. Вся реторта сидитъ въ кольцѣ изъ литой стали, несущемъ двѣ цапфы; этими цапфами реторта покоится въ подшипникахъ, лежащихъ на станинахъ, на которыхъ реторта вращается. Шлемъ состоитъ изъ полушаровидной части, оттянутой въ усѣченно-коническую горловину. Воздушная коробка, находящаяся подъ днищемъ, представляетъ собою пустотѣлый чугунный цилиндръ, въ который входитъ подводящая дутье труба.

Футеровка конвертора. -При кисломъ процессѣ футеровка средней цилиндрической части реторты дѣлается изъ шамотнаго кирпича. Одинъ рядъ кирпичей укладывается плашмя у стѣнокъ реторты, затѣмъ слѣдуетъ кладка горизонтальныхъ слоевъ, между этими двумя слоями остается пазуха въ 22-25 мм., которая заполняется опилками. При разогрѣвѣ реторты опилки выгораютъ и кладка можетъ расширяться. Толщина огнеупорной футеровки 330—340 мм., съ приближеніемъ къ горловинѣ она уменьшается. Футеровка реторты выдерживаетъ въ два три раза большее число плавокъ, чѣмъ днище.

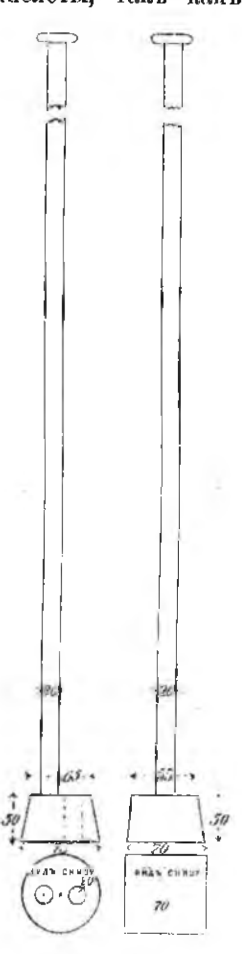
Днища при кисломъ процессѣ дѣлаются набивныя или изъ кирпичной кладки. При устройствѣ набивного днища въ чугунную форму устанавливаютъ извѣстное число фурмъ въ опредѣленномъ порядкѣ и все пространство между ними, до высоты 550—600 мм., набиваютъ массой изъ кварца и глины и утрамбовываютъ ее желѣзными трамбовками. Фурмы, вставляемыя въ днище, имѣютъ продолговатую усѣченно-коническую форму и снабжены 6—9 продольными каналами конической формы, по которымъ въ реторту вдувается воздухъ подъ большимъ давленіемъ. Фурмы приготовляются изъ смѣси шамота и глины и подвергаются сильному обжигу. Приготовленныя такимъ образомъ днища отправляются въ сушильную печь, гдѣ высушиваются медленно, но основательно. Такъ какъ штампованныя днища не отличаются большою прочностью, то ихъ приготовляютъ изъ кирпичной кладки, высота такихъ днищъ та же, что и набивныхъ, передъ производствомъ кладки устанавливаются такія же фурмы, кирпичи сдѣланы изъ смѣси молотаго кварца съ глиною. Приготовленіе этого послѣдняго рода днищъ гораздо удобнѣе, чѣмъ днищъ набивныхъ.

Въ основныхъ ретортахъ набойка дѣлается изъ обожженнаго доломита, состоящаго изъ углекислой извести и углекислой магнезіи; чѣмъ больше магнезіи содержитъ доломитъ, тѣмъ онъ вообще лучше. Красноватый доломитъ, пользующійся большимъ распространеніемъ въ природѣ въ качествѣ одного изъ постоянныхъ спутниковъ известняка, обжигается, обыкновенно на

коксѣ, въ шахтныхъ печахъ съ дутьемъ, подобныхъ обыкновеннымъ вагранкамъ, причемъ углекислота удаляется совершенно. Такъ какъ обожженный доломитъ впитывалъ бы въ себя влагу и углекислоту изъ воздуха, то его послѣ перемола тотчасъ же смѣшиваютъ съ обезвоженной посредствомъ кипяченія смолой и такимъ образомъ получается масса, которая на заводѣ обыкновенно называется основной массой. Весьма необходимо, чтобы эта основная масса была совершенно свободна отъ влаги и углекислоты, такъ какъ въ противномъ случаѣ отъ дѣйствія расплавленнаго металла образовались бы газы и пары, которые сильно понижали бы прочность днища. Основная масса примѣняется какъ въ тѣстообразномъ состояніи, такъ и въ видѣ прессованныхъ кирпичей.

Набойка основного конвертора производится слѣдующимъ образомъ. Внутри реторты устанавливается состоящій изъ трехъ частей шаблонъ изъ желѣзныхъ листовъ съ деревянными распорками, и промежутокъ между шаблономъ и кожухомъ реторты набивается основной массой при помощи горячихъ трамбовокъ. Различаютъ три шаблона: нижній шаблонъ, средній цилиндрическій шаблонъ и косой верхній шаблонъ, при помощи котораго набивается однако лишь часть шлема, передняя часть горловины выкладывается кирпичами. Такая набойка выдерживаетъ 120—150 плавокъ, а послѣ ремонта нижней наиболѣе изнашивающейся части футеровки, еще плавокъ 100, такъ что въ общемъ можно принять, что футеровка конвертора выдерживаетъ отъ 240 до 250 плавокъ. Футеровка производится также изъ основныхъ кирпичей, которые вообще обладаютъ большею прочностью, чѣмъ утрамбованная масса.

Набивка днищъ при основномъ процессѣ должна вестись весьма тщательно. Въ качествѣ поддона при набивкѣ днищъ служитъ чугунная доска, въ которой сдѣлано около 100 дыръ; на доску ставится разъемная изъ двухъ частей чугунная, или за послѣднее время также цѣльная изъ стали модель усѣченно-конической формы. Для лучшей связи съ массой днища поддонъ вымазывается смолой, а стѣнки модели напротивъ вымазываются масломъ, чтобы масса къ нимъ не пристала. Затѣмъ въ дыры поддона вставляются желѣзные прутья, модель устанавливается на поддонъ и накрѣпко привинчивается къ нему. Послѣ этого приступаютъ къ набивкѣ днища слоями, причемъ употребляются два рода желѣзныхъ трамбовокъ (см. рис. 491 и 492), одна — квадратная, служащая для утрамбованія между прутьями, другая — круглая, снабженная отверстіемъ, въ которое пропускается прутъ: она служитъ для утрамбованія вокругъ прутьевъ. Когда днище готово, его подымаютъ на двухъ блокахъ, затѣмъ желѣзные прутья вынимаются и на мѣсто ихъ вставляются деревянныя жерди, послѣ чего днище покрывается крышкой и поступаетъ въ обжигательную печь. Она представляетъ собою продолговатую печь, вмѣщающую обыкновенно по длинѣ шесть днищъ. По бокамъ печи устроены четыре топки въ перемежающемся порядкѣ. Продукты горѣнія уходятъ въ каждомъ углу печи по каналамъ, соединяющимся съ дымовой трубой. Когда въ печь вставлены всѣ шесть днищъ, которыя доставляются туда на гидравлическихъ тележкахъ и затѣмъ опускаются на продольные лежни, печь



491 и 492. Трамбовки для набивки пода реторты.

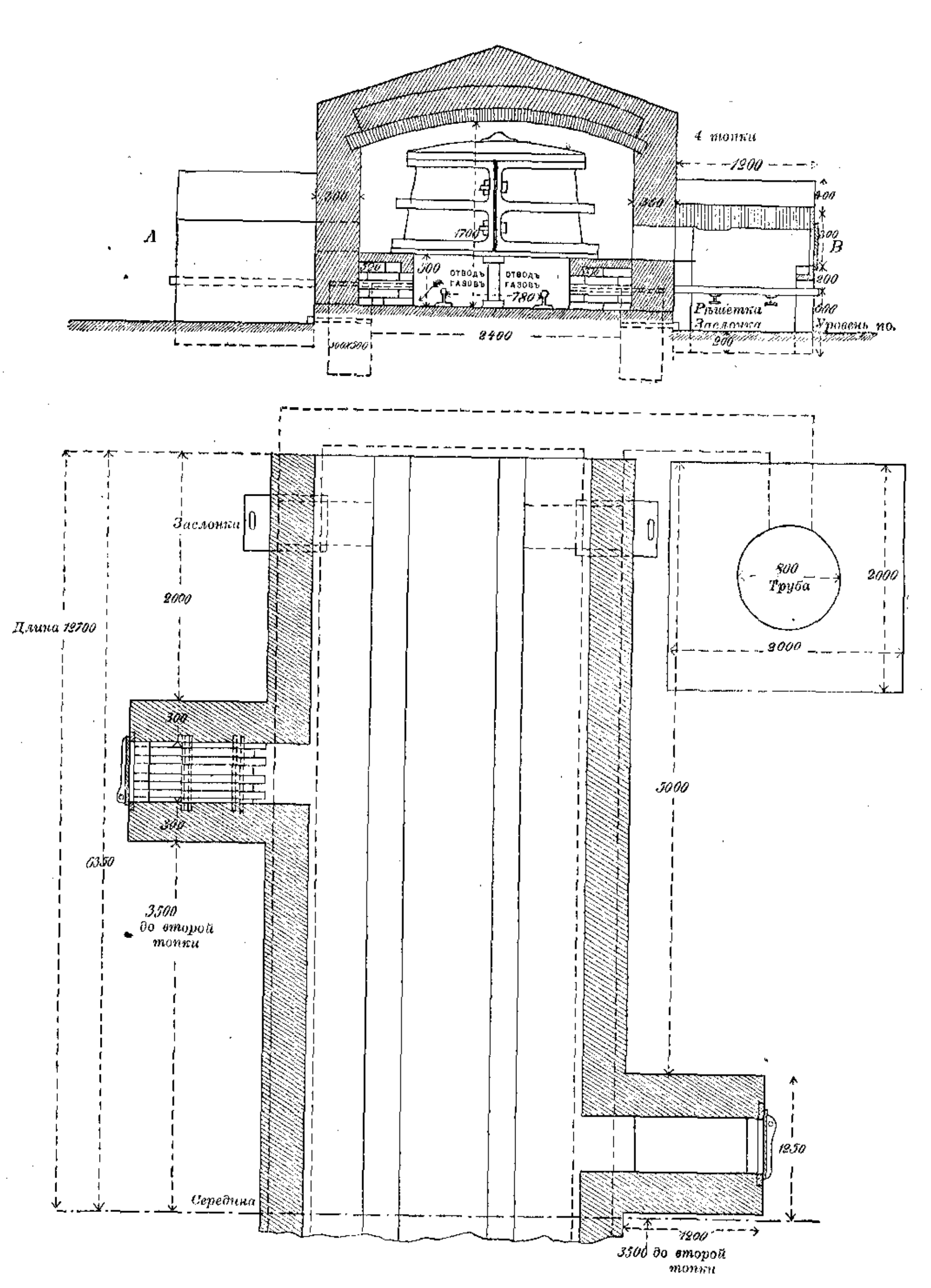
понемногу растапливаютъ и затѣмъ днища обжигаютъ при температурѣ краснаго каленія. После обжига воздушные каналы днища очищаются отъ древесной золы, затѣмъ днище ставится на гидравлическую телѣжку и на ней подвозится къ ретортѣ. Телѣжка снабжена гидравлическимъ подъемнымъ устройствомъ, при помощи котораго тяжелое днище подымается къ ретортѣ, вставляется въ нее и затѣмъ прикрѣпляется.

Поворотные механизмы. Повороты реторты производятся помощью гидравлическихъ приборовъ. На одной изъ двухъ цапфъ насажено зубчатое колесо. Оно сцѣпляется съ зубчатой рейкой, которая имѣетъ наступательное движеніе вдоль направляющихъ, прикрѣпленныхъ къ станинѣ или къ кладкѣ. Движеніе взадъ и впередъ передается рейкѣ гидравлическимъ приводомъ, и движеніе реторты регулируется съ устроеннаго въ бессемеровскомъ зданіи на видномъ мѣстѣ распредѣлительнаго мостика.

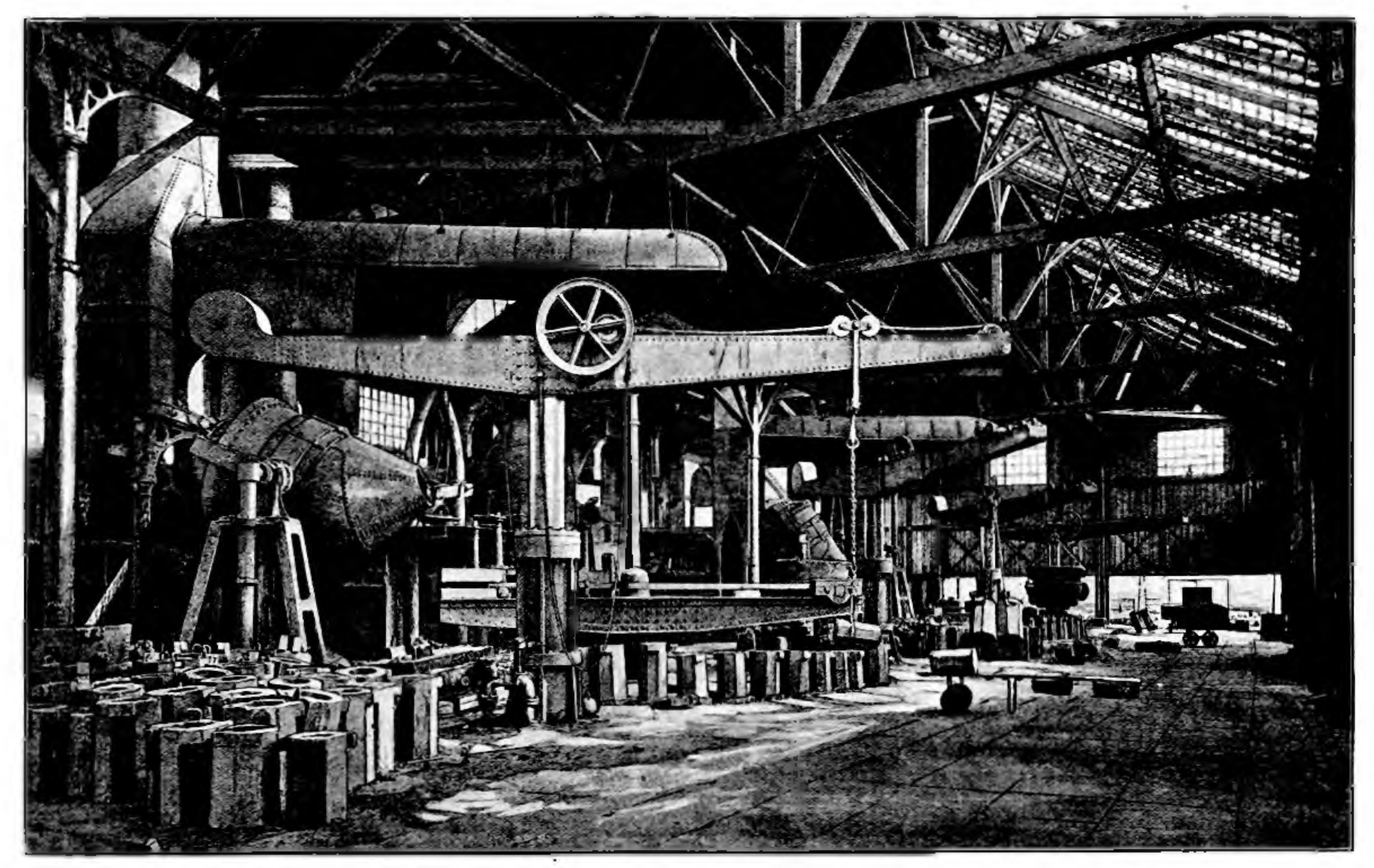
Проводъ дутья. Дутье отъ машины подводится къ распредѣлительному столу и здѣсь производится его регулированіе. Отъ распредѣлительнаго столика воздухопроводъ идетъ къ такъ называемой воздушной цапфѣ реторты; эта цапфа пустотѣлая и соединяется съ воздухопроводной трубой посредствомъ вставной части, на подобіе сальника. Черезъ воздушную цапфу дутье проходитъ по привинченной къ ретортѣ трубѣ въ воздушную коробку, помѣщающуюся подъ днищемъ и отсюда по воздушнымъ каналамъ послѣдняго въ самую реторту.

Просушка и разогрѣвъ реторты производится слѣдующимъ образомъ. Сначала въ реторту забрасываютъ дровъ и зажигаютъ ихъ, затѣмъ засыпаютъ угля и кокса и пускаютъ слабое дутье. Спустя приблизительно полчаса дутье прекращаютъ и реторта наклоняется настолько, чтобы днище было нѣсколько выше цапфъ, чтобы газы, проходя по фурменнымъ каналамъ, разогрѣвали также и днище; на это время воздушную коробку держатъ открытой. Затѣмъ, послѣ достаточнаго прогрѣва днища, воздушная коробка снова закрывается, въ реторту засыпаютъ кокса и снова пускаютъ дутье до тѣхъ поръ, пока футеровка не накалится до-бѣла.

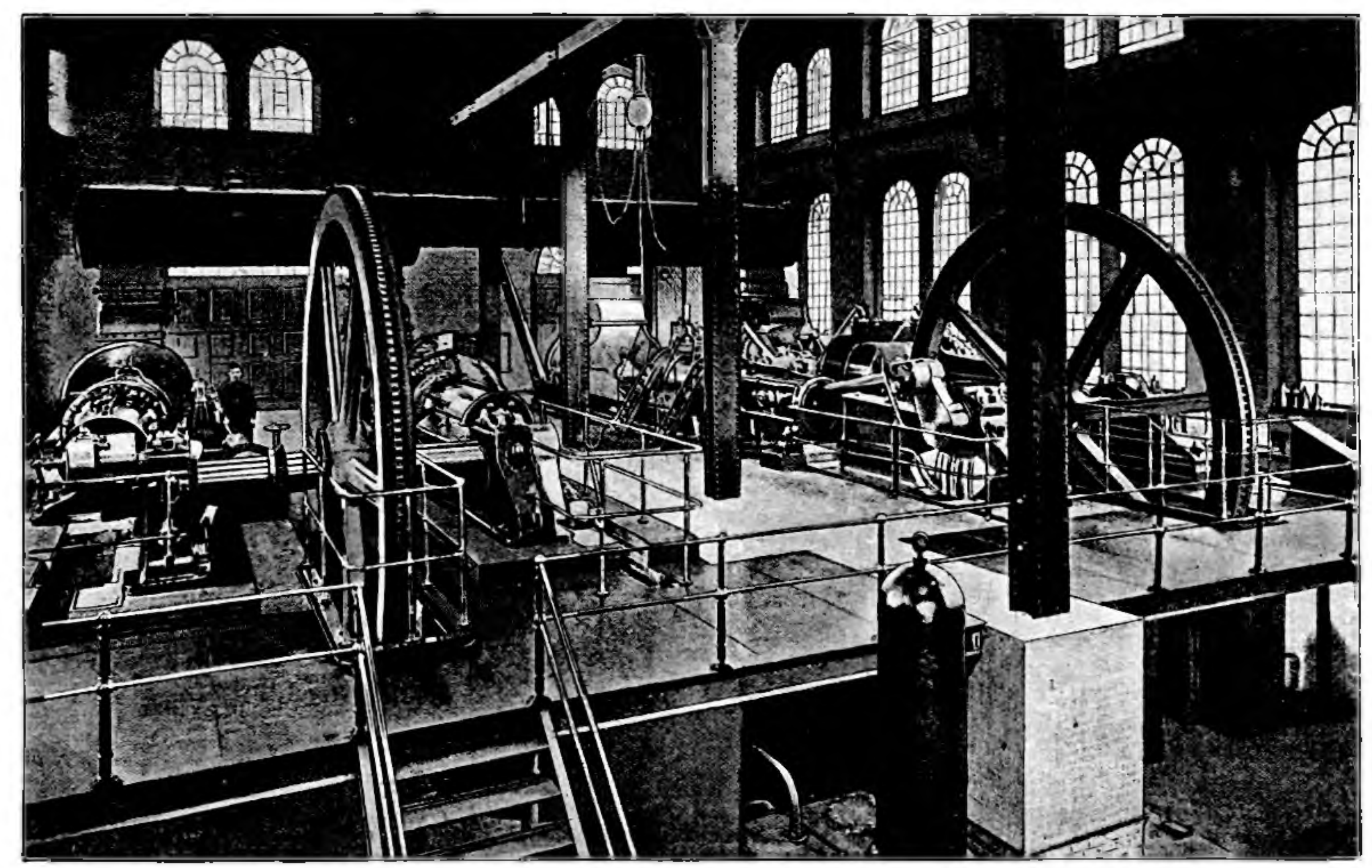
Ходъ плавки при кисломъ бессемерованіи. Въ повернутую въ горизонтальное положеніе реторту наливаютъ жидкій чугунъ, доставленный въ ковшѣ изъ доменной печи, или изъ коллектора, или же по желобу непосредственно изъ вагранки. Затѣмъ пускаютъ дутье и, когда оно достигло достаточной силы, реторту подымаютъ. Струя воздуха производитъ быстрое сгораніе кремнія, марганца, углерода и части желѣза, такъ что спустя минутъ 15 процессъ конченъ, и въ ретортѣ получается почти лишенный постороннихъ примѣсей расплавленный металлъ при температурѣ плавленія платины. Продолжительность процесса зависитъ отъ величины садки, отъ состава чугуна и отъ силы воздуходувной машины. Различаютъ въ бессемеровскомъ процессѣ три совершенно отличные другъ отъ друга періода. Въ теченіе перваго періода пламя едва замѣтно, изъ реторты вырывается ярко освѣщенная, усѣянная множествомъ искръ струя газа. Спустя нѣсколько минутъ появляется настоящее пламя; этимъ и оканчивается первый періодъ, въ теченіе котораго сгораютъ главнымъ образомъ кремній и марганецъ въ нелетучіе окислы, уходящіе въ шлакъ. Этотъ періодъ соотвѣтствуетъ періоду шлакованія въ пудлинговомъ процессѣ. Въ слѣдующій затѣмъ второй періодъ происходитъ главнымъ образомъ сгораніе углерода: пламя, выбрасываемое ретортой, становится все свѣтлѣе и свѣтлѣе, доходя до ослѣпительной яркости солнечнаго свѣта, въ конверторѣ слышенъ шумъ, сопровождающійся выбросами шлаковъ. Этотъ періодъ соотвѣтствуетъ періоду кипѣнія въ пудлинговомъ процессѣ, онъ имѣетъ наибольшую продолжительность, минутъ около 10—12, и переходитъ внезапно въ періодъ поспѣванія, причемъ пламя сокращается, сопровождаясь бурымъ непрозрачнымъ дымомъ, и



493 и 494. Печь для обжига днищъ конверторовъ.



495. Общее расположеніе бессемеровской фабрики нижнерейнскаго сталелитейнаго завода въ Рурортѣ.



196. Воздуходувки для бессемеровской реторты завода „Георгъ-Марiенгютте“ въ Оснабрюкѣ.

наконецъ совершенно исчезаетъ. Процессъ конченъ, чугунъ превратился въ ковкое желѣзо. Реторту наклоняютъ и берутъ пробу, чтобы судить о качествѣ продукта.

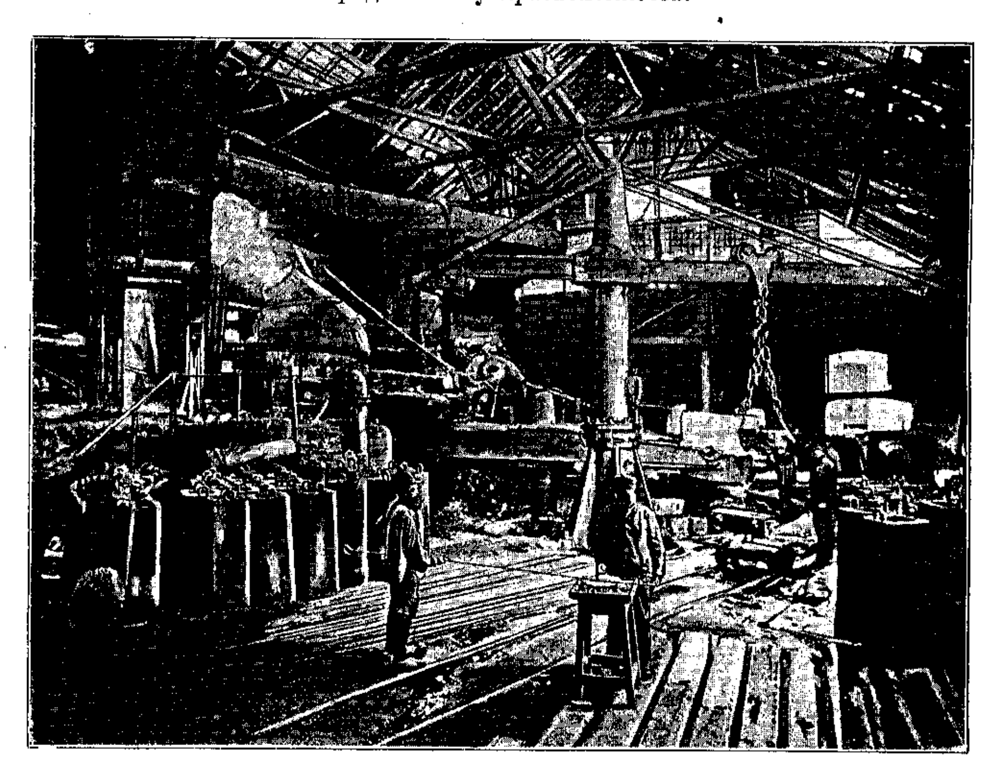
Ходъ плавки при основномъ процессѣ. Въ общемъ ходъ плавки въ этомъ случаѣ тотъ же, что и въ кисломъ процессѣ, но есть нѣкоторыя важныя отличія. Для образованія основныхъ шлаковъ въ реторту, при соотвѣтствующемъ ея положеніи, забрасываютъ съ особаго помоста известь. Количество извести варьируетъ отъ 12—20% по вѣсу чугуна. Чѣмъ больше присадка извести, тѣмъ холоднѣе ходъ плавки. Когда известь засыпана, реторту приводятъ въ горизонтальное положеніе и въ нее наливаютъ чугунъ. Затѣмъ пускаютъ въ ходъ машину, и, когда давленіе достигло одной атмосферы, реторту подымаютъ, и плавка начинается. Вначалѣ процессъ идетъ также, какъ и кислый, только вслѣдствіе незначительнаго содержанія кремнія въ чугунѣ этотъ первый періодъ проходитъ очень скоро. Фосфоръ въ главной своей массѣ остается въ ваннѣ, пока не сгоритъ углеродъ; горѣніе фосфора происходитъ только при такъ называемой дополнительной продувкѣ, которая слѣдуетъ непосредственно за предыдущимъ періодомъ, безъ перерыва дутья. Продолжительность дополнительной продувки всецѣло зависитъ отъ содержанія фосфора въ чугунѣ, дутье продолжаютъ извѣстное время, установленное практикой, или же опредѣляютъ количество воздуха по числу оборотовъ воздуходувной машины. Характерною особенностью этой части плавки является выдѣляющійся изъ реторты густой дымъ, по которому судятъ о температурѣ плавки. Если онъ появляется въ первую или вторую минуту дополнительнаго періода и цвѣтъ его красноватый или темно-бурый, то плавка горячая, если же его цвѣтъ слабо-коричневый, то температура плавки умѣренная. Если дымъ начинаетъ слабо показываться только въ третью или четвертую минуту, то ходъ плавки холодный.

Горячія плавки пригодны главнымъ образомъ для полученія твердаго продукта, какъ рельсовый металлъ; плавки умѣренной температуры предназначаются большею частью для мягкаго металла. Если плавка вопреки желанію оказывается горячей, то реторту поворачиваютъ, останавливаютъ дутье, присаживаютъ извѣстное количество извести или лома и дутье продолжаютъ, или же присадка лома дѣлается безъ перерыва дутья. Когда дефосфоризацію можно считать оконченной, конверторъ поворачиваютъ, останавливаютъ дутье, зачерпываютъ ложкой металлъ, который сливаютъ въ чугунную, состоящую изъ двухъ частей, формочку, захватываемую щипцами, затвердѣвшую пробу охлаждаютъ въ водѣ и подъ молотомъ расковываютъ въ лепешку, которую разламываютъ пополамъ. Если проба при этомъ обнаруживаетъ нѣкоторую вязкость и въ изломѣ показываетъ однородное мелкозернистое строеніе съ матовой поверхностью, безъ рванинъ по краямъ, или проявляетъ мѣстами волокнистое строеніе, то дефосфоризація окончена. Если же края лепешки рваные и изломъ крупно-кристаллическій, то снова пускаютъ дутье, для болѣе совершеннаго удаленія фосфора. Когда дефосфоризація окончена, шлаки сливаютъ въ подставленный подъ ретортой вагонъ, послѣ чего дѣлаются прибавки.

Прибавки. Въ періодъ дѣтства бессемеровскаго процесса плавку вели такъ, что прекращали дутье послѣ того, какъ сгорѣла извѣстная часть углерода, чтобы такимъ образомъ получить сталь желаемой твердости и сопротивленія. Но такъ какъ бессемерованіе не даетъ никакихъ руководящихъ признаковъ для такого способа, то нельзя было быть увѣреннымъ въ результатѣ, и продуктъ часто получался нежелаемаго качества. Поэтому перешли къ удаленію всего углерода изъ ванны и затѣмъ желаемое содержаніе углерода стали вводить въ ванну въ видѣ прибавокъ. Такимъ образомъ явилась возможность всегда получать продуктъ желаемаго качества,

что имѣло громадное значеніе, для бессемеровскаго процесса. Способъ этотъ былъ изобрѣтенъ Mieshet'омъ, и вначалѣ употребляли чистый отъ фосфора, съ малымъ содержаніемъ кремнія, зеркальный чугунъ, который при большомъ содержаніи марганца всегда богатъ содержаніемъ углерода. При плавкѣ на твердые сорта стали прибавляли въ реторту послѣ окончанія дутья много зеркальнаго чугуна, при плавкѣ на мягкіе сорта — меньше.

Прибавленіе марганца въ реторту имѣетъ большое значеніе для успѣшнаго хода плавки. Дѣло въ томъ, что кислородъ воздуха окисляетъ вмѣстѣ съ примѣсями и часть металлическаго желѣза въ закись желѣза, которая остается въ металлѣ и придаетъ ему красноломкость.



497. Бессемеровская фабрика завода „Георгъ-Маріенгютте" въ Оснабрюккѣ.

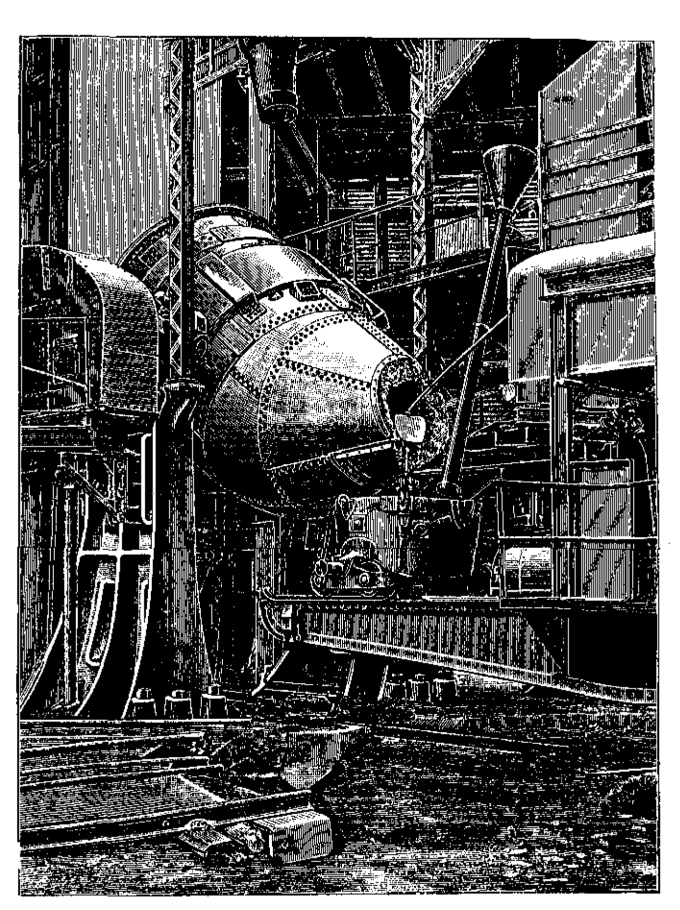
Вступающій съ зеркальнымъ чугуномъ въ ванну марганецъ отнимаетъ у желѣза кислородъ, соединяясь съ нимъ въ закись марганца, нерастворимое въ металлической ваннѣ тѣло, которое, какъ болѣе легкое, скопляется на поверхности ванны.

При плавкѣ на мягкіе сорта стали въ ванну прибавлять сплавъ, очень богатый марганцемъ, такъ называемый ферромарганецъ, который при 80% марганца содержитъ 6—7% углерода. Такимъ образомъ въ этомъ случаѣ вмѣстѣ съ необходимымъ количествомъ марганца для разложенія закиси желѣза въ ванну вводятся лишь незначительныя количества углерода, такъ что продуктомъ плавки является не твердая сталь, а мягкое литое желѣзо, отличающееся большою вязкостью.

Такъ какъ потребныя въ качествѣ прибавки большія количества зеркальнаго чугуна слишкомъ сильно охлаждали бы ванну, то зеркальный чугунъ присаживаютъ большею частью въ жидкомъ видѣ, расплавляя необходимыя для плавки посадки зеркальнаго чугуна въ количествѣ 600—700 кгл. въ

небольшой вагранкѣ или же для избѣжанія потери металла при переплавкѣ въ вагранкѣ, нагрѣвая его до краснаго каленія въ небольшой отражательной печи.

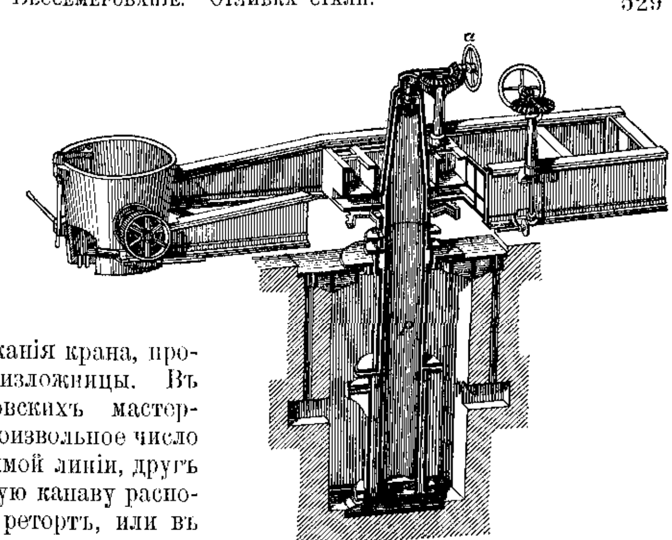
На заводѣ Фениксъ въ Рурортѣ введено было обуглероживаніе по способу Дэрби, заключающемуся въ томъ, что въ ковшъ насыпаютъ черезъ особую воронку извѣстное количество размолотаго, лишеннаго золы и сѣры кокса и затѣмъ наливаютъ металлъ, который поглощаетъ углеродъ такъ же жадно, какъ горячая вода растворяетъ сахаръ. По опытнымъ даннымъ въ металлъ переходитъ приблизительно 75% всего засыпаннаго углерода, остальное сгораетъ. Этотъ способъ въ особенности выгоденъ тогда, когда желаютъ получить твердый металлъ, не вводя вмѣстѣ съ тѣмъ слишкомъ большого содержанія марганца. Для плавки на мягкій металлъ этотъ способъ также весьма пригоденъ, такъ какъ поглощеніе углерода происходитъ при полномъ отсутствіи фосфоръ содержащихъ шлаковъ. Вслѣдствіе этого поглощенный металломъ углеродъ не можетъ перевести фосфора изъ шлака обратно въ металлъ. Кромѣ того достоинствомъ этого способа является еще его дешевизна.



498. **Обуглероживаніе бессемеровской стали по способу Дэрби на заводѣ Фениксъ близъ Рурорта.**

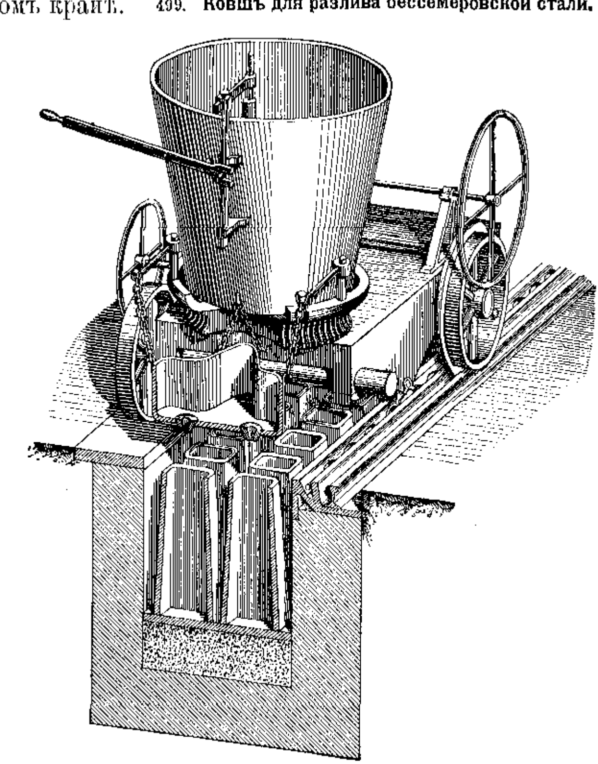
Шлаки. Шлаки томасовскаго процесса въ особыхъ чугунныхъ вагонахъ отвозятся на спеціальное свалочное мѣсто. Если руды содержатъ недостаточно фосфора для выплавки изъ нихъ хорошаго томасовскаго чугуна, то томасовскіе *шлаки снова идутъ въ доменную плавку, причемъ фосфоръ снова* переходитъ въ чугунъ и можетъ безконечное число разъ служить въ томасовскомъ конверторѣ горючимъ матеріаломъ. Если же руды содержатъ фосфора достаточно, то шлаки эти представляютъ для томассированія большую выгоду въ экономическомъ отношеніи. Благодаря высокому содержанію фосфорной кислоты, обыкновенно около 16—18%, томасовскіе шлаки, будучи размолоты въ тончайшій порошокъ, представляютъ собою цѣнный удобрительный матеріалъ для сельскаго хозяйства. Количество получающихся шлаковъ составляетъ приблизительно 25% полученнаго металла. Шлаки отъ кислаго бессемерованія не имѣютъ никакого дальнѣйшаго примѣненія.

При старомъ расположеніи ретортъ устраивали полукруглую литейную канаву съ гидравлическимъ разливнымъ краномъ въ центрѣ полукруга. Изъ реторты сталь переливается въ установленный на кранѣ ковшъ, изъ котораго, послѣ поворота и опусканія крана, производится отливка въ изложницы. Въ новѣйшихъ бессемеровскихъ мастерскихъ располагаютъ произвольное число ретортъ въ рядъ по прямой линіи, другъ возлѣ друга, а литейную канаву располагаютъ или впереди ретортъ, или въ сторонѣ, причемъ сталь отводится къ канавѣ въ ковшѣ на передвижномъ кранѣ.



499. **Ковшъ для разлива бессемеровской стали.**

Гидравлическій разливной кранъ для полукруглой литейной канавы изображенъ на рис. 499. *P* — скалка, которая давленіемъ воды, вступающей въ гидравлическій цилиндръ снизу, подымается и поворачивается при помощи зубчатаго привода *a*. Вращеніе происходитъ около цапфы, и помѣщенный на одномъ плечѣ крана ковшъ уравновѣшенъ грузомъ на другомъ плечѣ. Передвижной литейный кранъ показанъ на рис. 500. На рисункѣ видны также находящіяся подъ краномъ призматическія изложницы. Литейный ковшъ склепанъ изъ толстыхъ котельныхъ листовъ и внутри выложенъ огнеупорнымъ кирпичемъ. Выпускъ стали изъ ковша производится черезъ отверстіе, находящееся въ днищѣ ковша и закрываемое особой пробкой. Такъ какъ глубокое расположеніе литейной канавы сопряжено съ нѣкоторою опасностью для находящихся въ ней рабочихъ, то изложницы стали помѣщать также на уровнѣ заводскаго пола, что вызвало необходимость располагать реторты соотвѣтственно выше. Передъ выпускомъ стали изъ реторты ковшъ основательно прогрѣвается коксомъ, чтобы сталь не подверглась слишкомъ сильному охлажденію.



500. **Телѣжка для разлива бессемеровской стали.**

Изложницы дѣлаются изъ чугуна въ формѣ пустотѣлыхъ призмъ, большею частью квадратнаго сѣченія, также прямоугольнаго — для листовыхъ болванокъ и наконецъ восьмиугольнаго сѣченія — для стальныхъ проковокъ. Изложницы открыты съ обоихъ концовъ и при отливкѣ ставятся на чугунный поддонъ. Большія болванки отливаются сверху. Если же приходится лить болванки небольшія, то нѣсколько изложницъ ставятъ на одну общую плиту, которая снабжена каналами изъ огнеупорнаго кирпича. Всѣ каналы сходятся къ одному общему каналу, оканчивающемуся наверху воронкой, такъ что поступающій въ воронку металлъ наполняетъ одновременно всѣ стоящія на одной плитѣ изложницы снизу вверхъ. Способъ этотъ носитъ названіе сифонной отливки. Отливка малыхъ болванокъ отнимаетъ много времени, что влечетъ за собой задержки въ производствѣ плавокъ, такъ какъ литейная канава не готова для принятія слѣдующаго выпуска. Поэтому теперь льютъ обыкновенно большія болванки, которыя въ сильныхъ обжимныхъ станахъ прокатываются до извѣстнаго сѣченія и затѣмъ подъ большими гидравлическими ножницами разрѣзаются на части. Для этого нужны, конечно, дорогія устройства, зато этотъ способъ сильно облегчаетъ большую производительность, причемъ устраняются расходы по сифонной отливкѣ, равно какъ увеличеніе раковинъ при малыхъ болванкахъ.

Изнашиваніе изложницъ весьма значительно. При отливкѣ онѣ накаливаются до-красна и такъ какъ нѣтъ возможности держать очень большого запаса изложницъ, то ихъ приходится для слѣдующаго выпуска охлаждать водой, отчего онѣ сильно страдаютъ. Поэтому обыкновенно изложница выдерживаетъ не болѣе 100 отливокъ. Негодныя изложницы разламываются и въ качествѣ лома снова идутъ въ чугунно-литейную для литья.

Для полученія плотныхъ болванокъ не только примѣняютъ сифонную отливку, но и подвергаютъ жидкій еще металлъ сильному гидравлическому давленію, чтобы удалить изъ него газовыя включенія и пустоты и сдѣлать болванки возможно плотными.

Мартеновская плавка.

Сырые матеріалы и присадки. — Мартеновская плавка является наиболѣе распространенною изъ всѣхъ способовъ полученія ковкаго желѣза, такъ какъ во-первыхъ, постановка ея менѣе всего зависитъ отъ мѣстныхъ условій, какъ постановка бессемерованія и томассированія и, во вторыхъ, она дешевле, такъ какъ исключаетъ необходимость дорого стоющихъ воздуходувокъ. Наконецъ она даетъ возможность прекрасно утилизировать всякій желѣзный отбросъ.

Мартеновская плавка имѣетъ цѣлью производство литого желѣза и литой стали. Мысль полученія стали посредствомъ расплавленія желѣзнаго лома съ чугуномъ на поду отражательной печи впервые подана была братьями Мартенами; но осуществленіе ея разбивалось о невозможность полученія необходимой для поддержанія массъ въ жидкомъ состояніи высокой температуры. Только послѣ изобрѣтенія Сименсомъ регенеративной системы удалось достигнуть требуемой температуры; потому и способъ этотъ носитъ также названіе способа Сименса-Мартена.

Сырые матеріалы состоятъ изъ желѣзнаго и стального лома и съ большей или меньшей, въ зависимости отъ условій, присадкой чугуна. Такъ какъ насадка подвергается на поду отражательной печи окисляющему дѣйствію газовъ и воздуха, то количество загружаемаго чугуна не должно быть ниже извѣстнаго предѣла и должно быть по крайней мѣрѣ настолько велико (около 15%), чтобы заключающіяся въ чугунѣ примѣси, именно углеродъ, кремній и марганецъ, своимъ окисленіемъ защищали самое желѣзо отъ сгоранія. Такимъ образомъ мартеновская плавка примѣняется во всевозможныхъ случаяхъ.

начиная съ простой переплавки съ незначительной присадкой чугуна до обыкновеннаго передѣльнаго процесса съ насадкой одного только чугуна. Дѣло руководящаго плавкой найти наивыгоднѣйшій способъ работы. Во всѣхъ случаяхъ, при надлежащемъ веденіи плавки, можно получить продуктъ требуемаго качества.

Вначалѣ набойку пода дѣлали изъ кварца, слѣдовательно изъ кислаго матеріала; такая набойка однако обусловливала возможность переработки на поду лишь бѣдныхъ фосфоромъ матеріаловъ. Послѣ того, какъ удалось провести дефосфоризацію чугуна въ конверторахъ съ основной набойкой, примѣнили тотчасъ этотъ способъ и къ мартеновской печи и набойку пода стали дѣлать изъ доломита, магнезіи или хромистаго желѣзняка. Такимъ образомъ различаютъ и въ этомъ случаѣ кислый и основной мартеновскій процессъ.

При кисломъ мартенованіи матеріалы должны быть по возможности чисты отъ фосфора. Но и при основномъ процессѣ содержаніе фосфора должно быть сравнительно низко (ниже 1%), такъ какъ дефосфоризація замедляетъ и удорожаетъ плавку, понижая производительность ея въ единицу времени.

При томъ и другомъ процессѣ такіе элементы, которые вредно вліяютъ на продуктъ, напримѣръ сѣра, олово, не должны содержаться въ насадкѣ въ сколько-нибудь замѣтныхъ количествахъ.

Присадками являются желѣзная руда, или при основномъ процессѣ вальцовая или молотовая окалина въ видѣ брикетовъ, связанныхъ известковымъ цементомъ, причемъ окалина способствуетъ окисленію примѣсей, а возстановленное желѣзо уходитъ въ металлъ. При основномъ процессѣ для ошлакованія фосфора присаживается известь; присадка эта дѣлается или при завалкѣ, или же во время самой плавки, смотря по качеству шлаковъ и состоянію ванны. Известь присаживается большею частью въ видѣ известняка. Выдѣляющаяся углекислота производитъ перемѣшиваніе металла и такимъ образомъ способствуетъ окисленію.

Въ концѣ процесса для удаленія растворенниаго въ металлѣ кислорода и для достиженія извѣстнаго качества стали прибавляютъ марганца въ видѣ ферро-марганца или зеркальнаго чугуна, и кремнія въ видѣ ферросилиція. Такъ какъ зеркальный чугунъ, благодаря высокому содержанію углерода, сильно повышаетъ твердость стали, то онъ примѣняется только въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется получить металлъ твердый. При производствѣ весьма твердыхъ сортовъ стали углеродъ прибавляютъ въ видѣ древесно-угольнаго или коксоваго порошка при отливкѣ металла въ ковшъ.

Превосходнымъ средствомъ для достиженія плотныхъ отливокъ является прибавленіе незначительнаго количества аллюминія; эта прибавка дѣлается или въ ковшъ, или въ изложницы; она не должна быть однако слишкомъ велика, такъ какъ замѣтное содержанія аллюминія (свыше 0,1%) дурно вліяетъ на качество продукта, въ особенности уменьшаетъ его способность свариваться.

Прибавка никкеля, хрома, вольфрама и т. д. имѣетъ цѣлью выплавку спеціальныхъ сортовъ стали.

Мартеновская печь. Величина печей весьма различна; она измѣняется отъ 4 до 40 тоннъ садки. Чѣмъ больше производительность печи, тѣмъ меньше становятся расходы по выплавкѣ металла. Большею частью встрѣчаются печи вмѣстимостью въ 10—20 тоннъ. При очень большихъ печахъ веденіе плавки становится, однако, затруднительнымъ.

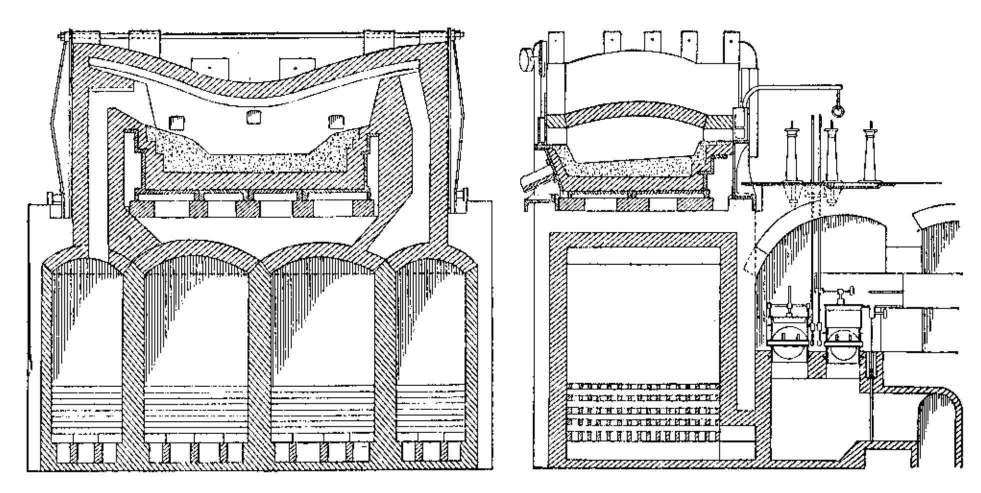
Какъ было упомянуто выше, мартеновская печь находится въ связи съ устройствомъ регенераторовъ. Такимъ образомъ въ составъ устройства марте-

новской печи входятъ газопроизводители, или генераторы, сама мартеновская печь съ регенераторами, или регенеративными камерами (возобновителями теплоты) для подогрѣва газа и воздуха и наконецъ литойный дворъ.

Между генераторами и регенераторами находится система каналовъ и проводовъ для газа, воздуха и продуктовъ горѣнія. Послѣдніе отводятся въ дымовую трубу высотою до 40 метровъ, дающую необходимую тягу.

Регенераторы, расположенные большею частью подъ подомъ, а иногда, въ особенности въ Англіи, по бокамъ печи, болѣе чѣмъ на половину своего объема наполнены огнеупорной кладкой въ рѣшетку.

Если регенераторы расположены, какъ въ печи, изображенной на рис. 501, подъ подомъ, то обѣ крайнія, меньшія камеры служатъ для подогрѣва газа, а среднія, большія — для нагрѣва воздуха. Объемы камеръ относятся между собою какъ 2:3 или 3:4.



501. **Мартеновская печь.**

Передъ печью помѣщаются двѣ коробки съ перекидными клапанами, одна для газа, другая для воздуха. Клапана, приблизительно одинаковаго размѣра, имѣютъ цѣлью направлять газъ и воздухъ, смотря по надобности, въ правыя или лѣвыя камеры и въ то же время съ противоположной стороны печи отводить продукты горѣнія въ дымовую трубу. Каждая камера сообщается съ плавильнымъ пространствомъ печи по крайней мѣрѣ однимъ каналомъ.

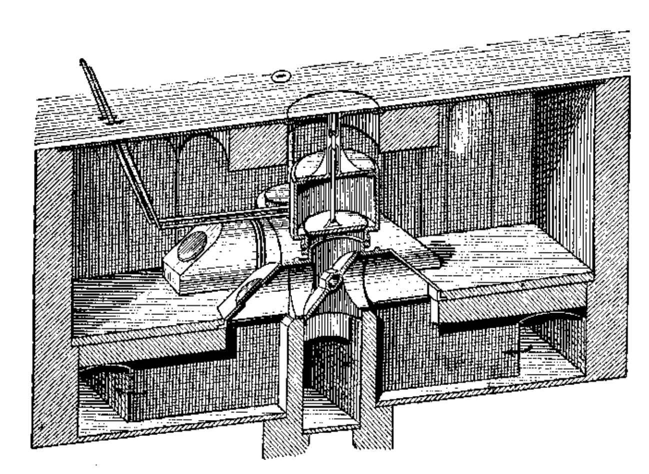
Горѣніе происходитъ слѣдующимъ образомъ. Газъ и воздухъ, пройдя каждый свою камеру съ одной стороны печи (при показанномъ на рисункѣ положеніи клапановъ — съ лѣвой стороны), вступаютъ въ плавильное пространство, гдѣ происходитъ горѣніе; продукты горѣнія, пройдя надъ подомъ печи, устремляются въ другую пару регенераторовъ и, отдавъ здѣсь большую часть своей теплоты кладкѣ регенераторовъ, уходятъ въ трубу. Спустя нѣсколько времени, перекидываютъ клапана, газъ и воздухъ перемѣняютъ свое направленіе, проходятъ правую пару регенераторовъ, гдѣ они нагрѣваются до господствующей тамъ температуры, и вступаютъ въ плавильное пространство, развивая здѣсь уже значительно болѣе высокую температуру горѣнія. Продукты горѣнія, проходя лѣвую пару регенераторовъ, накопляютъ здѣсь теплоту, до тѣхъ поръ пока снова не перекинутъ клапана и т. д.

Въ качествѣ клапановъ служатъ большею частью симеисовскіе перекид-

ные клапана. Такой клапанъ представленъ на рис. 502. Примѣняются также и клапана въ видѣ колокола.

Устройство пода мартеновской печи должно быть производимо съ величайшею тщательностью. Подъ имѣетъ форму чаши и перекрытъ сводомъ, который въ послѣднее время дѣлается почти исключительно цилиндрическимъ. Подъ устраивается на чугунныхъ или желѣзныхъ плитахъ, которыя покоятся или на кладкѣ регенераторовъ, или же на особыхъ балкахъ. Въ стѣнкахъ на короткихъ сторонахъ печи, или боковыхъ стѣнкахъ, расположены каналы для газа и воздуха. Стѣнки по длиннымъ сторонамъ носятъ обыкновенно названіе передней и задней стѣнки. Черезъ окна въ передней стѣнкѣ происходитъ завалка матеріала. Въ задней стѣнкѣ на самомъ глубокомъ мѣстѣ пода находится выпускное отверстіе.

Для набойки пода при кисломъ процессѣ примѣняются весьма богатые кремнекислотой матеріалы, большею частью зернистый кварцъ, къ которому примѣшивается столько глины, сколько ея необходимо для связи частицъ песка. При основномъ процессѣ подъ набивается изъ обожженнаго доломита или магнезита. Цементомъ въ этомъ случаѣ служитъ обезвоженная каменноугольная смола. Для остальныхъ частей печи при томъ и другомъ процессѣ примѣняются весьма огнеупорные динасовые кирпичи.



502. **Перекидной клапанъ въ печахъ Сименса.**

Въ основныхъ печахъ основная кладка должна быть отдѣлена отъ кислой слоемъ нейтральнаго матеріала, такъ какъ кремнекислота съ доломитомъ образуетъ легкоплавкій шлакъ. Въ качествѣ изолирующаго матеріала примѣняется магнезитъ и хромистый желѣзнякъ.

Размѣры пода зависятъ отъ величины насадки. Глубина металлической ванны бываетъ не менѣе 0,4 — 0,5 метра; въ основныхъ печахъ, благодаря болѣе значительному количеству шлаковъ, она дѣлается больше.

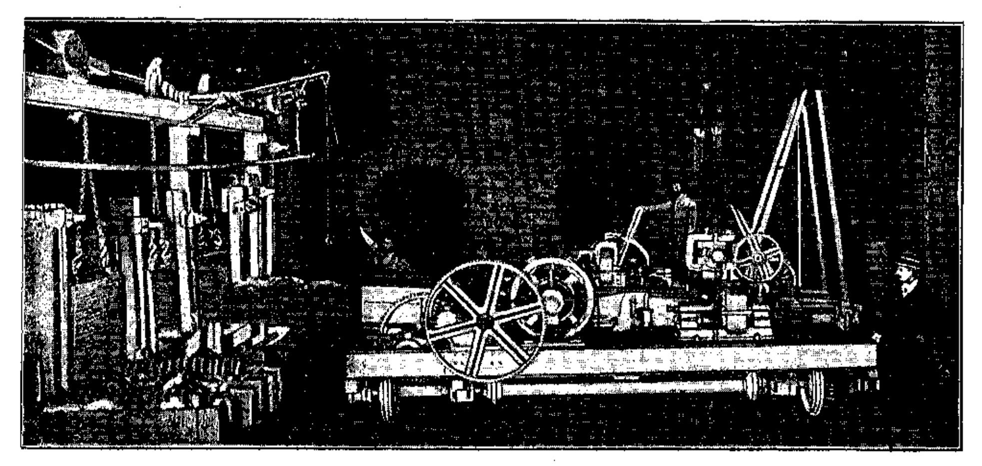
Расположеніе впускныхъ оконъ для газа и воздуха въ боковыхъ стѣнкахъ имѣетъ существенное вліяніе на продолжительность службы печи и на самый ходъ плавки. Въ настоящее время почти исключительно принято впускать въ плавильное пространство воздухъ надъ струей газа, по слѣдующимъ причинамъ: во первыхъ этимъ достигается болѣе тѣсное смѣшеніе воздуха съ газомъ, такъ какъ воздухъ вслѣдствіе большаго удѣльнаго вѣса стремится опуститься на дно, а во вторыхъ, благодаря такому расположенію, пламя болѣе приближается къ металлической ваннѣ и сводъ печи менѣе портится отъ жара. Прежде располагали газовыя и воздушныя окна въ одинъ горизонтальный рядъ. Число газовыхъ и воздушныхъ оконъ различно. Большинство печей имѣютъ два газовыхъ и два воздушныхъ окна. Надлежащее пропорціонированіе и размѣры оконъ имѣютъ вообще немаловажное значеніе.

Вслѣдствіе высокой температуры отдѣльныя части печи сильно расширяются; поэтому, для избѣжанія разрушенія, печь должна быть стянута прочными связями.

Продолжительность компаніи печи весьма различна. Болѣе или менѣе хорошо построенная и управляемая печь должна выдержать по меньшей мѣрѣ 200 плавокъ, продолжительностью отъ 5 до 8 часовъ каждая. Но есть печи которыя выдерживаютъ 600 и болѣе плавокъ.

Ходъ плавки. Пускъ въ ходъ новой или вновь отремонтированной печи слѣдуетъ производить съ большой осторожностью. Слишкомъ быстрое повышеніе температуры вызываетъ внезапное и неравномѣрное расширеніе кладки, слѣдствіемъ чего могутъ получиться трещины и даже разрушеніе кладки.

Печь разогрѣваютъ углемъ, и когда она хорошо прогрѣта (спустя часовъ двѣнадцать), пускаютъ газъ. Весьма важно, чтобы при входѣ въ печь газъ встрѣтилъ раскаленныя тѣла, которыя его тотчасъ-же воспламенили бы, иначе могутъ произойти взрывы, которые иногда бываютъ довольно значительны. Затѣмъ притокъ газа постепенно увеличиваютъ, отчего температура возрастаетъ, пока дня два спустя подъ печи не накалится до температуры плавленія желѣза. Тогда можно начинать завалку. Но предварительно задѣлываютъ выпускное отверстіе.



503. **Приспособленіе для загрузки мартеновскихъ печей.**

При основномъ мартенованіи передъ завалкой подъ засыпаютъ слоемъ известняка, что способствуетъ его сохраненію.

Въ томъ и другомъ процессѣ обыкновенно сначала заваливаютъ чугунъ, а затѣмъ желѣзный ломъ, въ виду болѣе низкой температуры плавленія перваго; расплавленный чугунъ дѣйствуетъ растворяюще на желѣзный ломъ. Болѣе тяжелыя части засаживаются въ печь при помощи лопаты или спеціальнаго устройства, а болѣе легкія забрасываются вручную. По окончаніи завалки дверцы запираются и насадка расплавляется въ продолженіе 2—3 часовъ послѣ завалки.

Послѣ этого помощью желѣзной ложки берутъ пробу, выливаютъ ее въ продолговатую формочку и разламываютъ, или же сначала проковываютъ подъ молотомъ въ лепешку и затѣмъ ломаютъ. Такъ называемая игра стали при отливкѣ пробы, отношеніе пробы къ ковкѣ и излому и видъ поверхности излома даютъ довольно точныя указанія на качество металла. Смотря по пробѣ, въ печь присаживаютъ руды или обрѣзковъ, если металлъ еще твердъ, слѣдовательно, содержитъ еще много примѣсей, или же чугуна, если выдѣленіе примѣсей зашло такъ далеко, что отливка металла въ изложницы уже невозможна. Литое желѣзо съ содержаніемъ 0,06% углерода имѣетъ именно настолько вы-

сокую температуру плавленія, что его трудно удержать въ жидкомъ состояніи даже на поду отражательной печи, а тѣмъ болѣе въ формѣ во время отливки.

При основной плавкѣ во время хода процесса необходимо присаживать значительное количество извести, вслѣдствіе чего шлаки становятся основными и способны отнять отъ металла значительную часть содержащагося въ немъ фосфора, образуя съ нимъ фосфорнокислыя соли кальція.

Присадки дѣлаются въ нѣсколько пріемовъ и небольшими количествами заразъ, чтобы избѣжать слишкомъ сильнаго охлажденія. Весьма важной задачей мартеновскаго мастера является наблюденіе за исправнымъ состояніемъ печи и особенно за сводомъ и боковыми стѣнками печи, и регулированіе температуры, чтобы она не доходила до температуры плавленія динасовыхъ кирпичей. Мастеръ смотритъ въ печь черезъ голубое стекло и сообразно съ своими наблюденіями регулируетъ какъ время перекидыванія клапановъ, такъ и притокъ газа и воздуха.

Проба берется, смотря по надобности, нѣсколько разъ. Когда наконецъ желаемое качество металла достигнуто, въ печь поступаетъ предназначенная для возстановленія окислившагося желѣза или для достиженія извѣстнаго качества металла окончательная прибавка, состоящая въ большинствѣ случаевъ изъ ферро-марганца, ферро-силиція или зеркальнаго чугуна. Вслѣдъ затѣмъ ванну перемѣшиваютъ и пробиваютъ выпускное отверстіе для выпуска металла. Ферро-марганецъ присаживаютъ большею частью въ холодномъ состояніи, ферро-силицій и зеркальный чугунъ въ подогрѣтомъ видѣ, послѣдній иногда въ расплавленномъ состояніи.

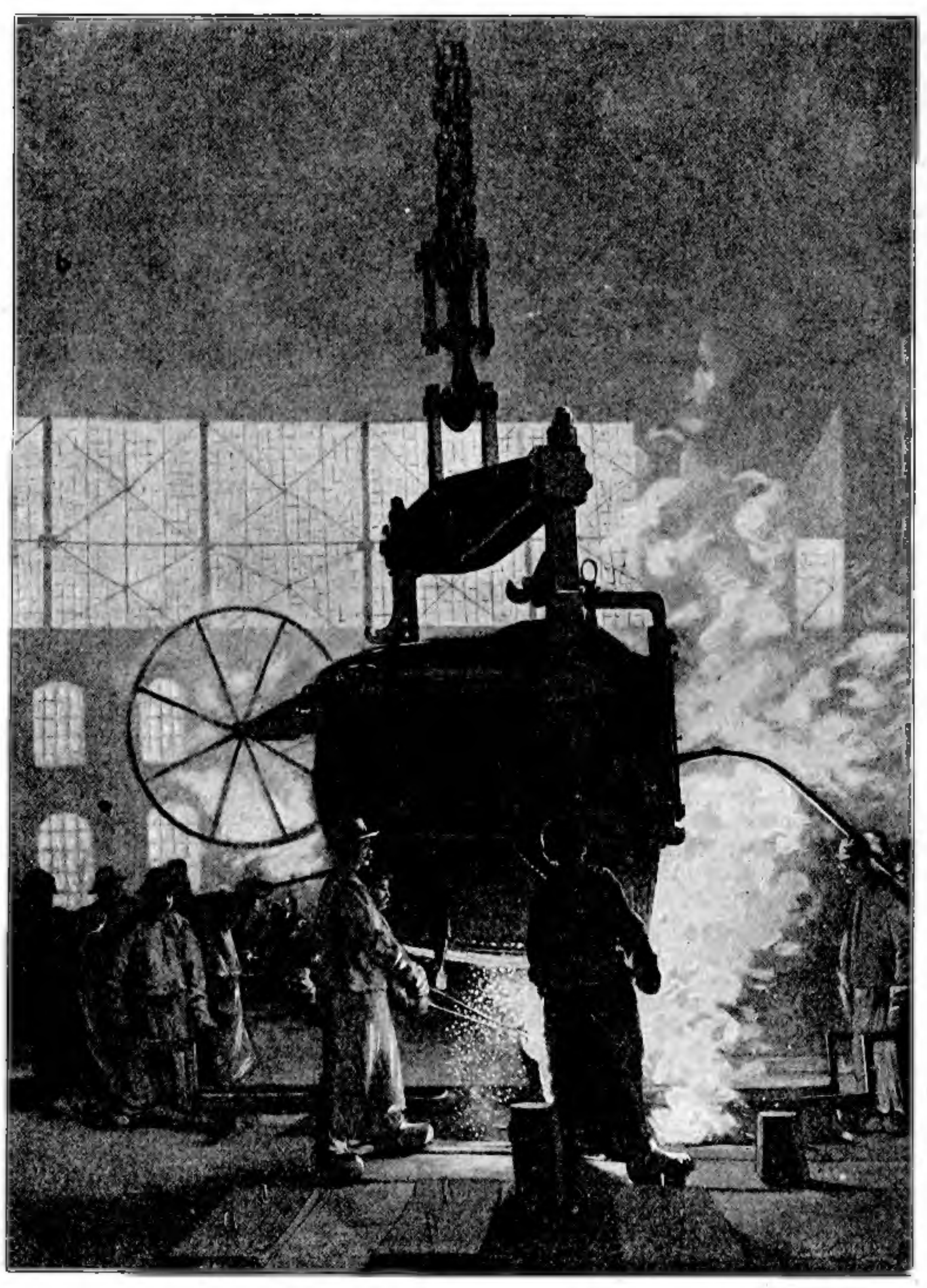
Готовый металлъ выпускается въ ковшъ, снабженный въ днищѣ пробкою, открывъ которую производятъ разливку въ формы — для фасонныхъ отливокъ или въ изложницы — для болванокъ. Чугунныя изложницы имѣютъ большею частью квадратное или прямоугольное сѣченіе; примѣняются также изложницы, форма которыхъ приноровлена къ дальнѣйшему назначенію болванокъ. Такъ, напримѣръ, для осей и бандажей льютъ болванки многогранныя.

Послѣ каждаго выпуска печь тщательно осматриваютъ и, въ случаѣ надобности, тотчасъ исправляютъ. Въ особенности подъ требуетъ тщательнаго осмотра, такъ какъ въ немъ во время плавки часто образуются углубленія. Изъ этихъ углубленій при помощи спеціальныхъ инструментовъ удаляется металлъ и шлаки, послѣ чего производится исправленіе соотвѣтствующимъ матеріаломъ.

При основной плавкѣ вслѣдствіе шлаковыхъ настылей подъ послѣ выпуска металла оказывается нѣсколько приподнятымъ, такъ что печь уже не вмѣщаетъ въ себѣ первоначальной насадки. Этотъ недостатокъ устраняется тѣмъ, что на подъ набрасываютъ нѣсколько лопатъ песку или другого богатаго кремнекислотой матеріала: кремнекислота съ доломитомъ даетъ легкоплавкій шлакъ, такъ что подъ скоро понижается.

Сводъ время отъ времени требуетъ ремонта. Небольшія исправленія производятся безъ особаго охлажденія печи при помощи желѣзныхъ кружалъ, устанавливаемыхъ въ подлежащихъ исправленію мѣстахъ свода. Когда требуется значительный ремонтъ, печь наполняется какимъ-нибудь матеріаломъ, на немъ какъ на кружалѣ кладется сводъ. По окончаніи работы наполняющій матеріалъ удаляется изъ печи. Экономія времени при такомъ способѣ сравнительно съ остановкой и охлажденіемъ печи — довольно значительная. Въ качествѣ матеріала для наполненія въ основныхъ печахъ примѣняютъ известнякъ, а въ кислыхъ измельченную кремнеземистую породу.

Вслѣдствіе осаждающихся въ газопроводахъ сажи, пыли и выдѣленія газами различныхъ продуктовъ (какъ смола, асфальтъ) газопроводы, по которымъ газы идутъ отъ генераторовъ къ печи, съ теченіемъ времени суживаются въ сѣченіи, отчего уменьшается притокъ газа. Поэтому время отъ времени



504. Отливка мартеновской стали на заводѣ Фридриха Круппа въ Эссенѣ.

слѣдуетъ производить чистку газопроводовъ. Для этого при помощи клапановъ разъединяютъ газопроводъ съ генераторами и печью, открываютъ лазы, охлаждаютъ отложившіяся въ газопроводѣ массы струей воды и затѣмъ ихъ оттуда выгребаютъ. Во время чистки печь держатъ плотно закрытой или же въ ней поддерживаютъ сильный огонь.

При мартеновской печи обыкновенно задалжаются: 1 старшій рабочій, его подручный, 2—7 грузчиковъ, смотря по величинѣ печи, 2 рабочихъ на генераторахъ, 3 — въ литейной канавкѣ и 1 — у ковша.

Металлургія прочихъ металловъ (кромѣ желѣза).

Наиболѣе близкими къ группѣ желѣза въ химическомъ отношеніи и имѣющими примѣненіе почти только въ желѣзной промышленности металлами являются марганецъ, хромъ и вольфрамъ.

Марганецъ.

Марганецъ встрѣчается въ природѣ преимущественно въ видѣ окисленныхъ рудъ: перекись марганца (MnO_2) пиролюзитъ, окись марганца (Mn_2O_3) браунитъ, закись-окись марганца (Mn_3O_4) гаусманитъ, гидратъ окиси (Mn_2O_2) $(HO)_2$ манганитъ. Изъ солей марганца, встрѣчающихся въ природѣ, можно назвать марганцовый шпатъ ($MnCo_3$), родонитъ, кремнекислое соединеніе марганца и псиломеланъ, состоящій изъ солей марганца, *барія и калія отъ марганцевой кислоты. Сѣрнистое соединеніе* марганца, марганцовый колчеданъ (MnS_2), для марганцоваго производства не имѣетъ значенія.

При обработкѣ этихъ рудъ получаются только марганцовые сплавы, такъ какъ, если не считать описаннаго ниже въ статьѣ о хромѣ способа Гольдшмидта, выплавка достаточно чистаго и способнаго сохраняться металла представляетъ большія трудности.

Изъ наиболѣе важныхъ марганцовыхъ сплавовъ различаютъ зеркальный чугунъ, богатый марганцемъ (5—20%) и углеродомъ, но бѣдный кремніемъ и ферро-марганецъ, наиболѣе богатый марганцемъ сплавъ, содержащій до 85% марганца. Способъ полученія этихъ сплавовъ въ общихъ чертахъ одинаковъ со способомъ полученія чугуна въ доменныхъ печахъ. Съ повышеніемъ содержанія марганца въ выплавляемомъ металлѣ температура въ печи должна повышаться. Шлаки должны быть болѣе основные, чѣмъ при выплавкѣ различныхъ сортовъ чугуна; они должны быть довольно богаты марганцемъ (8—30% MnO), такъ какъ въ противномъ случаѣ возстановленный уже марганецъ, возстановляя желѣзо, снова ошлаковывается, причемъ образуются сплавы съ большимъ чѣмъ нужно содержаніемъ желѣза. Ходъ плавки, при усиленномъ расходѣ горючаго, долженъ быть сравнительно съ плавкой чугуна болѣе медленный. Въ описаніи приборовъ, т. е. доменныхъ печей, въ которыхъ ведется плавка, послѣ всего вышесказаннаго о доменныхъ печахъ для выплавки чугуна, здѣсь нѣтъ надобности.

Описанный ниже въ статьѣ о хромѣ способъ Гольдшмидта примѣнимъ *также* и къ марганцу: *способъ этотъ даетъ металлъ небывалой доселѣ* чистоты.

Выдѣленіе марганца изъ его растворовъ или расплавленныхъ его солей посредствомъ электролиза не получило еще примѣненія въ техникѣ.

Чистый марганецъ представляетъ собою серебристо-бѣлаго цвѣта металлъ съ сильнымъ блескомъ, весьма твердый и хрупкій. Онъ плавится между 1200 и 1500° и при температурѣ 1500° и выше онъ въ значительной мѣрѣ летучъ, такъ что уже при выплавкѣ зеркальнаго чугуна и ферро-марганца большое количество металла теряется въ видѣ паровъ. Если на

воздухѣ марганецъ и покрывается очень скоро пленкой окисловъ, вначалѣ латунно-желтаго, впослѣдствіи буроватаго цвѣта, то въ чистомъ видѣ онъ весьма постояненъ. Большое непостоянство марганца, полученнаго непосредственнымъ возстановленіемъ углемъ въ тигляхъ или въ электрической печи, слѣдуетъ приписать присутствующимъ въ металлѣ углеродистымъ и кремнистымъ соединеніямъ марганца, которыя настолько способствуютъ разложенію металла, что его приходится сохранять подъ слоемъ керосина.

Въ расплавленномъ состояніи марганецъ представляетъ собою сильный возстановитель, жадно соединяющійся съ сѣрою, благодаря чему онъ и примѣняется въ желѣзномъ производствѣ. Полученный по способу Гольдшмидта марганецъ для этой цѣли слишкомъ дорогъ; вполнѣ достаточны въ этомъ случаѣ марганцовые сплавы, именно зеркальный чугунъ и ферро-марганецъ. Зеркальный чугунъ имѣетъ крупно-кристаллическій изломъ. Гладкой поверхности большихъ кристалловъ, въ видѣ блестящихъ табличекъ, этотъ сплавъ обязанъ своимъ названіемъ зеркальнаго чугуна. — Ферро-марганецъ имѣетъ мелкозернистый кристаллическій изломъ. Зеркальный чугунъ прибавляется къ желѣзу не только ради его возстановляющаго и обезсѣривающаго дѣйствія, но онъ служитъ также и обуглероживающей присадкой, съ цѣлью ввести въ обезуглероженное желѣзо углеродъ.

Приготовлялись сплавы марганца съ мѣдью и съ другими металлами (марганцовая бронза), однако остальные марганцовые сплавы, кромѣ зеркальнаго чугуна и ферро-марганца, нашли себѣ весьма ограниченное примѣненіе.

Хромъ.

Хромъ въ металлическомъ видѣ въ природѣ не встрѣчается; но въ соединеніи съ кислородомъ и другими металлами онъ извѣстенъ въ видѣ соли хромовой кислоты въ красной свинцовой рудѣ (крокоитъ), представляющей собою хромовокислый свинецъ состава $PbCrO_4$, въ которой хромъ и открытъ былъ Vauquelin'омъ въ 1797 году, и въ хромистомъ желѣзнякѣ — соединеніе закиси желѣза съ окисью хрома состава $FeCr_2O_4$. Для полученія хрома и его соединеній примѣняется почти исключительно лишь эта послѣдняя руда, которая въ сплошныхъ аморфныхъ массахъ, а также въ кристаллическихъ — въ видѣ включеній сѣраго и чернаго цвѣта, встрѣчается въ Россіи, Силезіи, Штиріи, Моравіи, Норвегіи, Новой Зеландіи и въ сѣв. Америкѣ.

Составъ различныхъ сортовъ этой руды колеблется приблизительно въ слѣдующихъ предѣлахъ:

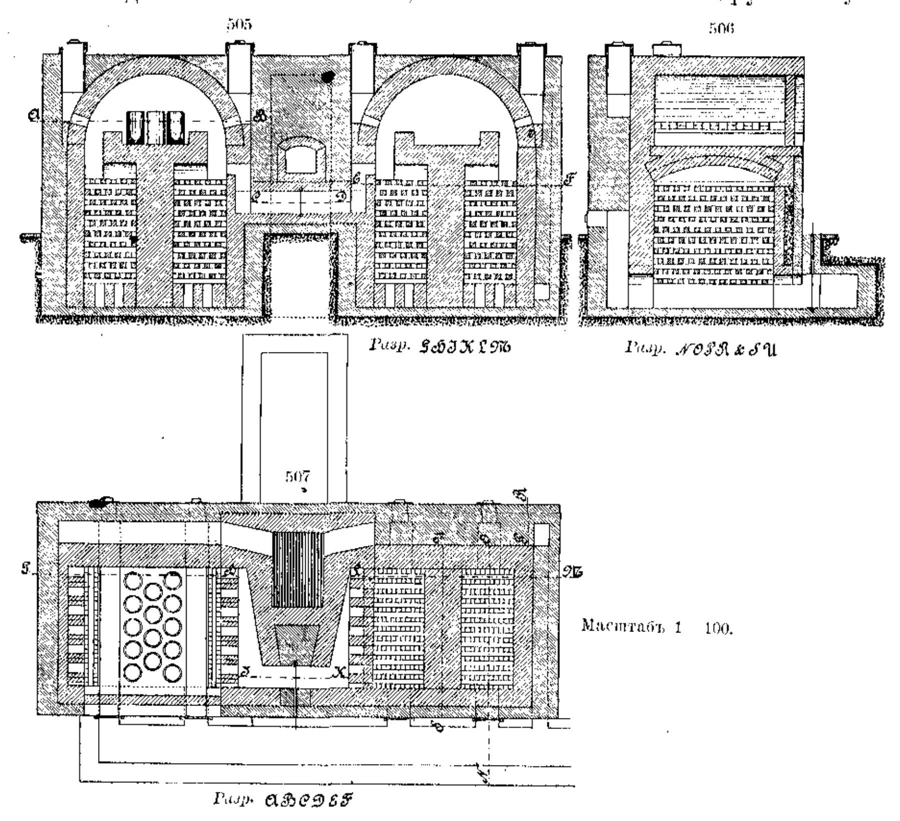
Окись хрома (Cr_2O_3)	39,60 %	51,50 %	51,20 %
Окись желѣза (Fe_2O_3)	—	—	1,45 %
Закись желѣза (FeO)	21,20 %	14,80 %	13,33 %
Глиноземъ (Al_2O_3)	22,50 %	13,20 %	12,80 %
Магнезія (MgO)	9,60 %	16,30 %	12,55 %
Известь (CaO)	1,30 %	—	3,15 %
Кремнекислота (SiO_2)	4,50 %	3,80 %	4,95 %
Окись мѣди (CuO)	0,20 %	—	—

При обработкѣ этихъ рудъ встрѣчается два случая, когда желаютъ получить сплавъ хрома съ желѣзомъ, такъ называемый ферро-хромъ, или же когда требуется получить чистый хромъ.

Обработка хромистаго желѣзняка на ферро-хромъ.

Выплавка ферро-хрома изъ руды производится очень просто. Руду смѣшиваютъ съ 12—15 % древеснаго угля, 6—7 % колофоніума, или истертой въ порошокъ смолы, около 5 % битаго стекла и 10—12 % кварце-

ваго песку. Смѣшиваніе производится такимъ образомъ, что различныя составныя части шихты насыпаются горизонтальными слоями въ круглую или многоугольную кучу, отъ которой затѣмъ лопатой отрѣзываютъ вертикальные слои и перекидываютъ въ новую кучу, набрасывая матеріалъ постоянно на ея вершину. Эту кучу точно такимъ же образомъ перекидываютъ въ новую и продолжаютъ эту работу до тѣхъ поръ, пока вся масса не получитъ совершенно однообразнаго вида. Масса поступаетъ затѣмъ въ графитовые или глиняные тигли, причемъ ихъ не наполняютъ до самыхъ краевъ, оставляя мѣсто для тонкаго слоя мелко-битаго стекла и болѣе грубыхъ кусковъ



505-507. **Регенеративныя тигельныя печи Борхерса для приготовленія ферро-хрома.**

древеснаго угля. Послѣ этого тигель покрывается крышкой, которую плотно примазываютъ къ краямъ глиной, оставляя въ ней лишь небольшое отверстіе для выхода газовъ. Необходимой для возстановленія окисловъ температуры можно достигнуть и въ самодувныхъ печахъ съ хорошей тягой, но для полученія хорошо сплавленной болванки въ настоящее время почти исключительно примѣняются газовыя регенеративныя печи. На заводахъ, гдѣ имѣются печи Сименса для производства тигельной стали, можно пользоваться ими для выплавки ферро-хрома. Для одной фабрики, занимающейся спеціально производствомъ хрома, вольфрама и сплавовъ этихъ металловъ, Борхерсъ построилъ печь, съ успѣхомъ работающую уже много лѣтъ. Печь эта (см. фиг. 505—507) состоитъ изъ одного генератора для кокса и двухъ нагрѣвательныхъ камеръ, съ двумя регенераторами каждая. Получающійся въ генераторѣ газъ отводится въ каналъ, положеніе котораго видно на рис. 506 и 507. Сверху въ этотъ каналъ ведутъ четыре трубы съ муфтами, которыя

во время хода плавки закрыты желѣзными крышками всѣ, кромѣ одной. Эта послѣдняя помощью U-образной желѣзной трубы соединяется съ одной изъ четырехъ трубъ съ муфтами, вставленныхъ въ четыре газовыхъ канала, расположенныхъ вверху вдоль длинныхъ стѣнокъ камеръ. Такимъ образомъ U-образная труба по одному изъ этихъ каналовъ подводитъ газъ къ одной сторонѣ нагрѣвательнаго пространства печи. Въ то же время снизу въ расположенный на той же сторонѣ регенераторъ пускаютъ воздухъ, который, если печь уже нѣсколько времени была въ ходу, нагрѣвается и при встрѣчѣ съ вступающимъ въ печь черезъ небольшія окна, числомъ около 8, газомъ воспламеняетъ его. Продукты горѣнія нагрѣваютъ тигли и уходятъ въ противоположную сторону во второй регенераторъ.

При пускѣ печи въ ходъ необходимо, посл достаточной просушки, предварительно нагрѣть помѣщеніе для тиглей настолько, чтобы вступающій туда газъ воспламенился. При описываемой конструкціи печи это производится такимъ образомъ, что въ генераторѣ вначалѣ поддерживаютъ небольшой слой горючаго и газы пускаютъ въ печь только съ одной стороны до тѣхъ поръ, пока газовыя окна не сдѣлаются красными. Тогда слой горючаго постепенно увеличиваютъ, пока не образуется горючихъ газовъ. Когда эти газы прогрѣли печь настолько, что и противуположная ея сторона накалилась, перемѣняютъ направленіе газа и воздуха. Въ первомъ регенераторѣ открываютъ сначала ту задвижку, которая разобщаетъ его отъ дымовой трубы, въ другомъ открываютъ каналъ для холоднаго воздуха, запираютъ тотъ же каналъ въ первомъ регенераторѣ, переставляютъ соединительную U-образную трубу на противоположный газовый каналъ, закрываютъ трубы, съ которыхъ сняли U-образную трубу и наконецъ закрываютъ дымовую задвижку второго регенератора. Спустя не менѣе часа перемѣняютъ направленіе газа и воздуха, повторяя затѣмъ этотъ маневръ каждый часъ или въ болѣе короткіе промежутки времени. Если печь была не совсѣмъ холодна, то она достигаетъ температуры плавленія въ 6—8 часовъ. Такъ какъ возстановленіе окисловъ уже произошло раньше, то можно теперь воспользоваться сосѣдней камерой.

Когда вторая камера наполнена тиглями и закрыта, открываютъ сначала дымовую задвижку внѣшняго регенератора, соединительный каналъ между камерами, ставятъ U-образную соединительную трубу на средній газовый каналъ новой камеры, одновременно закрываютъ трубы, съ которыхъ сняли соединительную трубу, и открытую еще дымовую задвижку первой камеры и наконецъ въ этой послѣдней открываютъ оба воздушныхъ канала. Когда эта камера нѣсколько охладилась, такъ что ее можно открыть и разгружать, каналы для холоднаго воздуха закрываютъ. Тогда во время разгрузки въ дверцы всасывается воздухъ, благодаря чему работа становится менѣе тягостной.

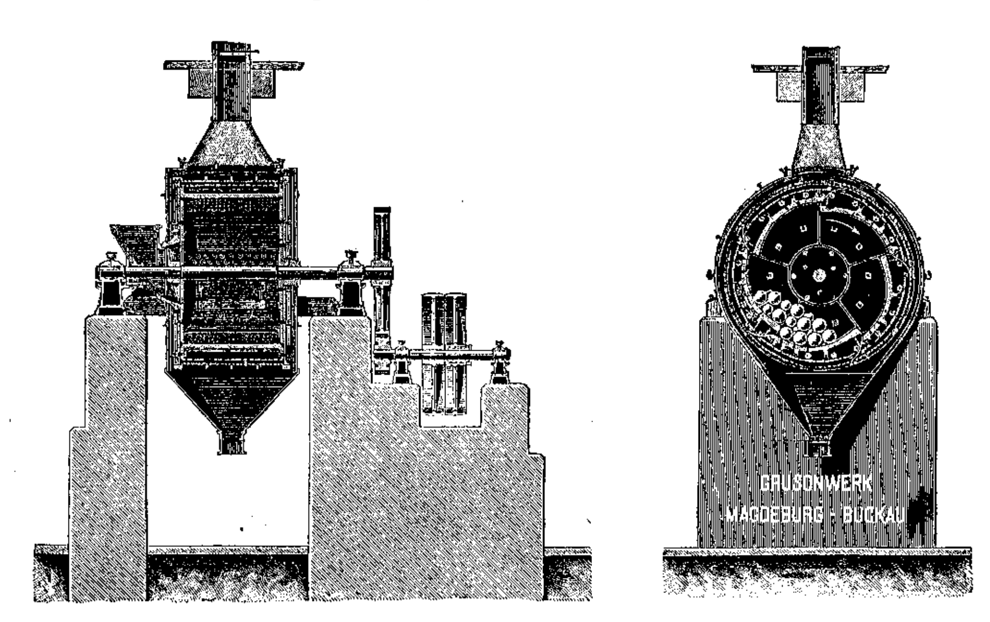
Если въ это время вторая камера нагрѣлась настолько, что нужно перемѣнить направленіе струй газа и воздуха, то поступаютъ такъ же, какъ и въ первой камерѣ, но предварительно слѣдуетъ закрыть соединительную задвижку. При такой конструкціи печи есть возможность, не нарушая хода генератора, производить разгрузку и загрузку отдѣльныхъ камеръ.

Выплавленный такимъ образомъ ферро-хромъ получается въ видѣ штыка соотвѣтствующей внутреннему очертанію тигля формы и рѣдко бываетъ свободенъ отъ включеній шлака и пустотъ. Въ изломѣ показываетъ сѣрый металлическій блескъ. Сплавъ этотъ примѣняется почти исключительно въ качествѣ прибавки при производствѣ хромовой стали. Для нѣкоторыхъ изъ этихъ сортовъ стали ферро-хромъ оказывается слишкомъ богатымъ углеродомъ. Хромъ, какъ и желѣзо, поглощаетъ во время своего возстановленія не малое количество углерода.

Полученіе чистаго хрома изъ хромистаго желѣзняка.

Для полученія **чистаго хрома** необходимо до возстановленія окисловъ отдѣлить хромъ отъ желѣза, что достигается операціями гораздо болѣе сложными, сравнительно съ только-что описаннымъ простымъ способомъ полученія ферро-хрома.

Для измельченія **хромистаго желѣзняка** на нѣмецкихъ фабрикахъ примѣняютъ дробилки для первоначальнаго измельченія и шаровыя мельницы фирмы Грузонверкъ для болѣе тонкаго измельченія. Мельница такой системы изображена на рис. 508 и 509. Она имѣетъ передъ другими подобнаго рода машинами для измельченія то преимущество, что измельченныя вслѣдствіе паденія и тренія шаровъ массы должны внутри барабана пройти

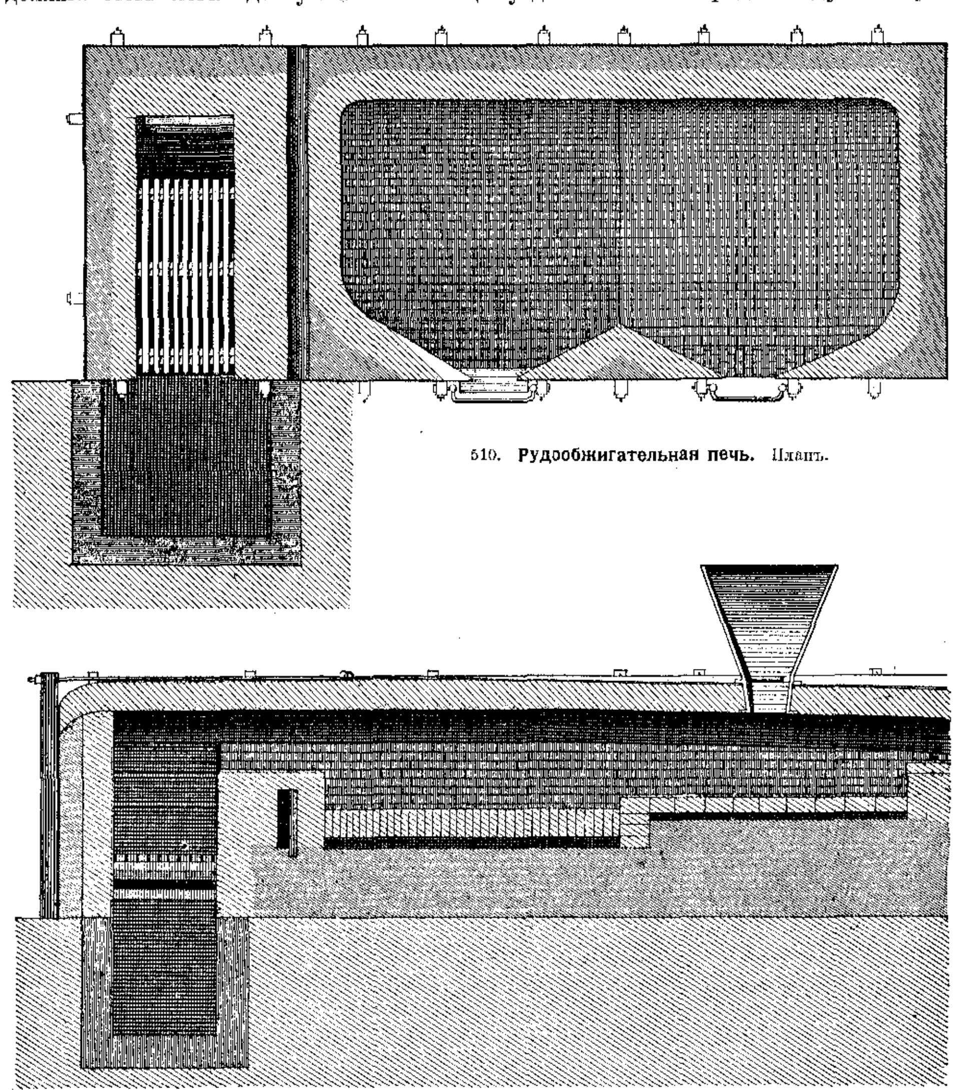


508 и 509. **Непрерывно дѣйствующая шаровая мельница.**

черезъ три сита, съ которыхъ при вращеніи барабана крупный матеріалъ попадаетъ снова подъ шары. Въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣв. Америки, по описанію Лунге, примѣняется такъ называемый Pneumatic Pulverizer. Крупно измельченная въ дробилкахъ и валкахъ руда пропускается черезъ двѣ небольшія воронки въ трубу, по которой она сильно перегрѣтымъ паромъ, подъ давленіемъ въ 12 атмосферъ, продувается въ ящикъ, куда съ противоположной стороны, на разстояніи 100 мм., вступаетъ такая же рудоносная струя пара. Эти струи выходятъ изъ насадокъ, представляющихъ собою желѣзные диски съ отверстіями въ 3 мм. діаметромъ. Отверстія во время работы такъ быстро увеличиваются въ діаметрѣ, что диски приходится мѣнять каждые два часа, но этимъ и ограничивается изнашиваніе. Сильные удары частицъ руды другъ друга въ тѣсной камерѣ истираютъ ихъ весьма совершенно. Тончайшія частицы уносятся паромъ и садятся въ камерѣ, откуда паръ можетъ быть удаленъ. Болѣе крупныя частицы садятся раньше и подхватываются снова струей пара, такъ что только тончайшія частицы выносятся изнутри и въ просѣиваніи нѣтъ необходимости.

За измельченіемъ руды слѣдуетъ ея обжигъ. Рекомендуемый многими учебниками способъ обжига руды съ поташемъ и содою въ настоящее время

оставленъ, какъ не отвѣчающій цѣлямъ обжига. Таковою въ данномъ случаѣ служитъ окисленіе желѣза въ нерастворимую окись этого металла, а хрома — въ легко растворимыя въ водѣ щелочныя соли хромовой кислоты. Для успѣшнаго выполненія этой задачи поверхность обжигаемаго вещества должна быть легко доступна окисляющему дѣйствію кислорода воздуха. При-



510. **Рудообжигательная печь.** Планъ.

511. **Рудообжигательная печь.** Вертикальный разрѣзъ.

бавленіе же поташа и соды не удовлетворяетъ этому условію, такъ какъ соединенія эти, будучи легкоплавкими, образуютъ корку на зернахъ обжигаемаго вещества и, такимъ образомъ, предохраняютъ его отъ окисленія. Чтобы избѣжать этого, ведутъ обжигъ съ прибавкою смѣси соды съ известью, причемъ для болѣе тѣснаго смѣшиванія этихъ веществъ готовятъ особый порошокъ гашеніемъ необожженной извести растворомъ соды. Получившуюся смѣсь соды съ известью высушиваютъ и къ ней прибавляютъ недостающее, по разсчету, количество соды.

Обжиганіе производится въ отражательныхъ печахъ, на подобіе печей, примѣняемыхъ при фабрикаціи соды по способу Леблана (ср. рис. 510 и 511) съ расположеннымъ террасами подомъ. Смѣсь загружается въ печь на отдаленномъ концѣ отъ топки и по мѣрѣ выгрузки обожженнаго продукта перегребается навстрѣчу продуктамъ горѣнія по направленію къ топкѣ, куда она приходитъ подогрѣтою и потому обжигъ оканчивается здѣсь скоро. Каждая насадка остается въ печи не менѣе 8 часовъ. Примѣненіе продуктовъ горѣнія для подогрѣва пода снизу, какъ неоднократно было рекомендовано, уменьшаетъ срокъ службы пода. Устройство пода требуетъ особенно большого вниманія, если желаютъ избѣжать быстрой его порчи и связанныхъ съ нею нарушеній хода печи. Когда стѣнки печи возведены достаточно высоко и скрѣплены связями, подовые кирпичи укладываются всухую на слоѣ шамотнаго порошка. На верхнихъ террасахъ достаточно кладки въ полкирпича (125 мм.), нижняя же терраса кладется въ цѣлый кирпичъ стоймя (250 мм.). Когда кладка пода готова, швы задѣлываютъ жидкимъ цементомъ изъ тонкаго шамотнаго порошка. Температура у пламеннаго окошка должна быть приблизительно 1200°.

Относительно количества прибавляемыхъ къ рудѣ извести и соды даются весьма различныя указанія. Количество извести или известняка по отношенію къ рудѣ составляетъ 50—150%, количество прибавляемыхъ углекислыхъ щелочей — большею частью 50%.

Процессъ обжиганія сопровождается слѣдующими реакціями:

$$2\,FeCr_2O_4 + 4\,Na_2CO_3 + 7\,O = Fe_2O_3 + 4\,Na_2CrO_4 + 4\,CO_2$$

Хромист. желѣзнякъ	Сода	Кислородъ (воздухъ)	Окись желѣза	Хромовокислый натрій	Углекислота

Послѣ обжига приступаютъ къ отдѣленію хрома отъ желѣза посредствомъ выщелачиванія. Обожженный матеріалъ въ большихъ желѣзныхъ котлахъ обрабатываютъ горячей водой, къ которой на нѣкоторыхъ заводахъ прибавляютъ еще нѣсколько процентовъ соды, для перевода хромовокислой соли кальція въ таковую же соль натрія; при этомъ хромъ въ видѣ хромовокислаго натрія переходитъ въ растворъ, а желѣзо въ видѣ окиси остается въ осадкѣ вмѣстѣ съ известью, какъ тощей присадкой.

Затѣмъ слѣдуетъ превращеніе хромовокислыхъ солей въ двухромовокислыя. Когда чистые щелока пропусканіемъ въ нихъ пара доведены до удѣльнаго вѣса 1,5, вливаютъ сѣрную кислоту въ такомъ количествѣ, чтобы почти всю массу хромовокислыхъ солей (до 98—99%) перевести въ двухромовокислыя соли:

$$2\,Na_2CrO_4 + H_2SO_4 = Na_2Cr_2O_7 + H_2O + Na_2SO_4.$$

Неполное превращеніе хромовокислыхъ солей въ двухромовокислыя желательно потому, что присутствіе небольшого количества нейтральныхъ хромовокислыхъ солей дѣлаетъ возможнымъ пропусканіе пара въ чугунные сосуды.

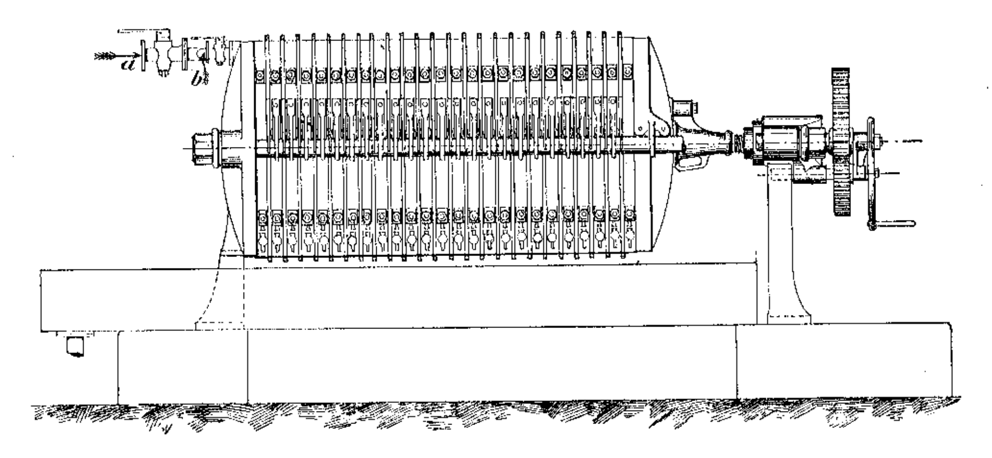
Большая часть образующагося при этой реакціи сѣрнокислаго натрія выдѣляется тотчасъ же, а остальная — во время дальнѣйшей концентраціи раствора.

Въ двухромовокислый щелокъ пропускаютъ паръ до тѣхъ поръ, пока взятая проба при остываніи не будетъ отвердѣвать. Тогда щелокъ выпускаютъ изъ сократительныхъ сосудовъ въ плоскіе для остыванія.

Отвердѣвшую двухромовокислую соль по тщательномъ измельченіи смѣшиваютъ съ достаточнымъ количествомъ сѣры, чтобы перевести хромовыя соли въ окись хрома. Для этой цѣли смѣсь накаливаютъ въ небольшихъ чугунныхъ котлахъ около 400 мм. діаметромъ и такой же глубины. Эти котлы подвѣшены по 6 или 8 въ одномъ каменномъ массивѣ надъ обыкно-

венной колосниковой топкой и покрыты желѣзными колпаками для отвода выдѣляющагося во время реакціи сѣрнистаго ангидрида. Для хода реакціи и расплавленія массъ не требуется большого расхода тепла. По окончаніи реакціи вычерпывают расплавленную массу желѣзными черпаками и даютъ ей остыть.

Отвердѣвшая масса, измельченная въ тонкій порошокъ, поступаетъ въ горячую воду, которая растворяетъ сѣрнокислыя щелочи, оставляя въ осадкѣ окись хрома; послѣдняя отдѣляется отъ первыхъ декантаціей и фильтрованіемъ. Эта операція производится при помощи фильтровальныхъ прессовъ. Аппаратъ подобнаго рода, построенный Вегелиномъ и Гюбнеромъ, представленъ на рис. 512. Онъ состоитъ изъ большого числа рамъ и фильтровальныхъ пластинъ, которыя установлены вертикально въ перемежающемся порядкѣ на желѣзной станинѣ. Рамы образуютъ собственно фильтровальныя камеры, гдѣ скопляются осадки, а на фильтровальныхъ пластинахъ натянутъ



512. **Фильтровальный прессъ.**

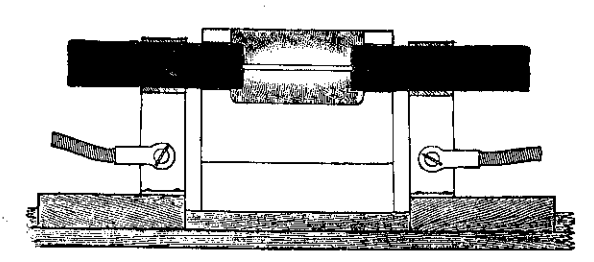
или навѣшанъ холстъ. Устройство для плотнаго стягиванія рамъ и фильтровъ состоитъ изъ крѣпкой оси съ винтовой нарѣзкой и изъ зубчатаго привода и маховичка. Подлежащая фильтрованію масса вступаетъ въ прессъ по каналу, который образуется вверху при свинчиваніи всѣхъ фильтровальныхъ пластинъ и рамъ вмѣстѣ и находится въ сообщеніи съ каждой изъ фильтровальныхъ камеръ. Подобные же каналы имѣются внизу, для удаленія процѣженной жидкости.

Остающаяся на фильтрахъ пресса въ видѣ тѣстообразной массы окись хрома просушивается, размалывается и затѣмъ обрабатывается на металлическій хромъ по одному изъ нижеописанныхъ способовъ.

Однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ способовъ является в о з с т а н о в л е н і е о к и с и х р о м а у г л е м ъ. Смѣсь изъ окиси хрома и 45% древесноугольнаго порошка накаливается въ тигляхъ, поставленныхъ въ регенеративныя печи, описаннаго выше устройства или же подвергается обработкѣ въ электрической печи. Въ первомъ случаѣ продуктъ получается въ видѣ порошка, содержащаго углеродъ (какъ механически примѣшанный, такъ и химически связанный), такъ какъ температура плавленія хрома не достигается даже въ лучшихъ регенеративныхъ печахъ.

Если при возстановленіи хрома углеродомъ желаютъ получить хромъ въ расплавленномъ видѣ, то необходимая для этого очень высокая температура можетъ быть достигнута лишь электрическими печами. Б о р х е р с ъ впер-

вые получилъ хромъ въ расплавленномъ состояніи въ электрической печи, устройство которой представлено на рис. 513. Между двумя толстыми угольными стержнями вставленъ тонкій стержень. Гальваническій токъ, проходящій по толстымъ стержнямъ, безъ замѣтной потери своей силы, быстро накаливаетъ тонкій стержень до требуемой температуры. Пластинку окружаютъ камерой изъ сухой каменной кладки и камеру наполняютъ смѣсью окиси хрома съ углемъ. Спустя весьма короткій промежутокъ времени получается довольно значительное количество расплавленнаго металла. Полученный этимъ путемъ металлъ содержитъ углеродъ. Если примѣсь углерода не желательна, то полученный тѣмъ или инымъ способомъ металлъ можно очистить по способу, предложенному Муассаномъ, заключающемуся въ томъ, что металлъ сплавляютъ въ электрической печи съ такимъ количествомъ окиси хрома или хромовокислаго кальція, какое потребно для перевода всего углерода въ окись углерода по слѣдующей реакціи: $3\ Cr_3\ C + Cr_2\ O_4 = 11\ Cr + 3\ CO$. Реакція полученія хрома изъ его сплава съ углеродомъ является, такимъ образомъ, вполнѣ аналогичною съ реакціею полученія желѣза изъ смѣси чугуна съ рудою въ способѣ Симменсъ-Мартена.


513. Электрическая печь Борхерса.

Весьма интересный способъ, при которомъ, если не считать зажиганія смѣси, не требуется прихода тепла извнѣ, предложенъ былъ Гольдшмидтомъ. Окись хрома смѣшиваютъ съ достаточнымъ для ея возстановленія количествомъ аллюминія, по реакціи $Cr_2\ O_3 + Al_2 = Cr_2 + Al_2\ O_3$. Часть этой смѣси засыпаютъ въ тигель съ набойкой изъ магнезіи и воспламеняютъ особой зажигательной смѣсью, развивающей очень высокую температуру и состоящею изъ смѣси перекиси барія съ аллюминіемъ или магніемъ въ пропорціяхъ, опредѣляемыхъ формулой: $3\ BaO_2 + Al_2 = 3\ BaO + Al_2O_3$. Зажиганіе лучше всего производить помощью магніевой ленты. Разъ начавшись, реакція идетъ крайне энергично, такъ что можно прибавлять въ тигель новыя порціи смѣси до тѣхъ поръ, пока онъ не наполнится расплавленнымъ металломъ. Выдѣляющейся при реакціи теплоты достаточно для полнаго расплавленія какъ хрома, такъ и образующейся при этомъ окиси аллюминія, такъ что по охлажденіи въ нижней части тигля получается плотный королекъ металла, хорошо отдѣляющійся отъ покрывающаго его слоя глинозема. Полученный такимъ образомъ хромъ отличается большою чистотою.

Предложенный Ашерманомъ способъ полученія хрома основанъ на способности окиси хрома возстановляться насчетъ сѣры сѣрнистыхъ соединеній другихъ металловъ, которыя разлагаются въ томъ же сосудѣ. Эта реакція требуетъ быстраго накаливанія смѣси до весьма высокой температуры, такъ что для этой цѣли наиболѣе примѣнима электрическая печь. Если въ качествѣ возстановителя служитъ по первоначальному предложенію Ашермана сѣрнистая сурьма, то получающаяся вмѣстѣ съ хромомъ металлическая сурьма легко отдѣляется отъ хрома. Если же примѣняются сѣрнистыя соединенія болѣе постоянныхъ металловъ, то получаются сплавы хрома съ этими металлами; напримѣръ, при употребленіи сѣрнаго колчедана получается феррохромъ: $3\ FeS_2 + 4\ Cr_2\ O_3 = Fe\ Cr_8 + 6SO_3$.

Еще въ 1854 году Бунзенъ предложилъ выдѣлять хромъ изъ его солей и водныхъ растворовъ при помощи электролиза. И въ послѣднее

время предлагались различные способы извлеченія этого металла изъ растворовъ и сплавовъ электролитическимъ путемъ. Но до настоящаго времени ни одинъ изъ этихъ способовъ практическаго примѣненія не получилъ.

* *
*

Чистый хромъ (Cr, атомный вѣсъ 52,15, удѣльный в. 7) представляетъ собою металлъ серебряно-бѣлаго цвѣта, съ сильнымъ блескомъ, обладающій весьма большою твердостью, хрупкостью и высокою, не вполнѣ еще установленною температурою плавленія. При обыкновенной температурѣ хромъ по своему постоянству по отношенію къ атмосфернымъ дѣятелямъ и другимъ химическимъ реагентамъ приближается къ благороднымъ металламъ. Но зато онъ легко растворяется во многихъ расплавленныхъ металлахъ, въ особенности въ желѣзѣ, къ которому хромъ прибавляется для полученія очень плотныхъ сортовъ стали, хорошо принимающихъ закалку, даже при незначительномъ содержаніи углерода. Для приготовленія этихъ именно сплавовъ и идетъ почти весь добываемый хромъ.

Вольфрамъ.

Для полученія вольфрама служатъ слѣдующія его соединенія, встрѣчающіяся въ природѣ: вольфрамовая охра, состоящая главнымъ образомъ изъ окиси вольфрама WO_3, шеелитъ, или вольфрамовокислая известь, $CaWO_4$, и вольфрамитъ, или желѣзистый волчецъ, $FeWO_4$. Послѣдній является весьма часто спутникомъ оловяннаго камня, и присутствіе его вредно отзывается на плавкѣ послѣдняго, способствуя ошлакованію значительнаго количества олова. Поэтому шлаки съ оловянныхъ заводовъ идутъ иногда въ обработку на вольфрамъ, который изъ этихъ шлаковъ извлекается сравнительно легко.

Для прямого возстановленія названныя руды пригодны лишь въ томъ случаѣ, когда желаютъ получить сплавы, напримѣръ ферро-вольфрамъ. Для полученія же чистаго вольфрама необходимо предварительно получить чистую окись его.

При обработкѣ рудъ на ферро-вольфрамъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Волчецъ или, въ случаѣ недостаточнаго количества этой руды, также и вольфрамовая охра, или шеелитъ — послѣднія руды съ прибавкой необходимаго количества желѣза въ видѣ окиси или обрѣзковъ — смѣшиваютъ послѣ измельченія съ 10—12% древеснаго угля, небольшимъ количествомъ порошка смолы, или канифоли (послѣдней только при очень богатыхъ вольфрамомъ рудахъ, въ количествѣ до 5%), съ 5% истертаго стекла и 10—12% кварцеваго порошка. Смѣсь эта плавится въ тигляхъ, какъ было описано при хромѣ. Ферро-вольфрамъ получается при этомъ въ видѣ слитковъ полушаровой формы. Все изложенное относительно приборовъ и способа работы при описаніи выплавки ферро-хрома относится и къ ферро-вольфраму.

Несравненно сложнѣе обработка рудъ на чистый вольфрамъ. Какъ при обработкѣ хромистаго желѣзняка, такъ и въ данномъ случаѣ отдѣленіе окиси вольфрама отъ остальныхъ составныхъ частей руды лучше всего достигается тѣмъ, что переводятъ вольфрамъ въ растворимое натровое соединеніе, которое посредствомъ выщелачиванія и фильтрованія отдѣляютъ отъ остальныхъ примѣсей, переведенныхъ въ нерастворимыя соединенія. Изъ раствора соли вольфрама осаждаютъ окись, изъ которой и получается чистый металлъ.

Предварительно точно опредѣливъ содержаніе вольфрама въ рудѣ или въ вольфрамъ содержащемъ шлакѣ, прибавляютъ къ нимъ соды въ такомъ количествѣ, какое необходимо для образованія со всѣмъ, находящимся въ смѣси вольфрамомъ натровой соли вольфрамовой кислоты. Смѣсь обжигается

въ *пламенныхъ печахъ, каковыя примѣняются при содовомъ производствѣ* и были описаны и изображены въ статьѣ о хромѣ. Температура обжига должна быть настолько низка, чтобы сода не начинала еще сплавляться. Можно допустить лишь слабое спеканіе обжигаемаго матеріала, чтобы не препятствовать свободному доступу воздуха къ частямъ, подлежащимъ окисленію.

По окончаніи обжига всю массу, еще горячею, выгребаютъ въ сосудъ съ водою. Вслѣдствіе быстраго охлажденія, спекшаяся слегка масса раздробляется въ тонкій порошокъ, который легко выщелачивается водою. Когда содержаніе соли въ растворѣ дойдетъ до 10—12%, растворъ сливаютъ, всю массу перегребаютъ въ плоскіе сосуды съ рѣшетчатымъ дномъ и промываютъ водою, въ которой растворяются остатки содержащейся въ массѣ вольфрамо-натровой соли. Промывныя воды отъ этой операціи, содержащія небольшое количество соли, служатъ для обработки новой порціи свѣжеобожженной соли.

При выпариваніи изъ щелоковъ выдѣляются механическія примѣси и попавшія въ растворъ постороннія соли, *какъ сѣрнокислый натрій, избытокъ* соды и т. п. По окончаніи этой операціи щелокамъ даютъ отстояться до полнаго освѣтленія и затѣмъ или подвергаютъ дальнѣйшему выпариванію въ особыхъ сосудахъ, или же осаждаютъ кислотою.

Дальнѣйшее выпариваніе имѣетъ мѣсто лишь въ томъ случаѣ, когда желаютъ приготовить хромовокислый натрій въ твердомъ видѣ для продажи, или когда растворъ содержитъ еще примѣси, отъ которыхъ хромовокислую соль можно отдѣлить только кристаллизаціей. Достаточно сконцентрированный растворъ охлаждаютъ до кристаллизаціи въ глиняныхъ сосудахъ. Вольфрамовокислый натрій выкристаллизовывается при этомъ въ видѣ тяжелыхъ, твердыхъ кристалловъ бѣлаго цвѣта. Маточные щелока обыкновенно присоединяются къ другимъ щелокамъ для дальнѣйшаго выпариванія — до тѣхъ поръ, пока не выкристаллизуется почти вся содержащаяся въ нихъ соль.

Полученная такимъ образомъ вольфрамовая соль мелкоизмельченная, или же чистый концентрированный растворъ соли обработываются горячимъ растворомъ соляной кислоты. Нагрѣвъ соляной кислоты производится пропусканіемъ въ нее пара по свинцовымъ трубкамъ. Соляная кислота осаждаетъ вольфрамъ въ видѣ окиси WO_3, или такъ называемой вольфрамовой кислоты, которая садится на дно въ видѣ желтаго порошка и отдѣляется отъ раствора декантаціей и фильтрованіемъ.

Высушенный осадокъ смѣшиваютъ съ 11—12% древеснаго угля и 5% смолы или канифоли въ порошкѣ; смѣсь эту помѣщаютъ въ тигли и накаливаютъ въ регенеративныхъ печахъ, какъ было подробно описано въ статьѣ о хромѣ. При той температурѣ, которой можно достигнуть въ газовыхъ печахъ, металлъ получается въ видѣ спекшейся массы. Чтобы получить его въ расплавленномъ состояніи, необходимо примѣнить накаливаніе электрическимъ токомъ. Поглощенію углерода, которое свойственно вольфраму такъ же, какъ хрому и марганцу, препятствуютъ тѣмъ, что древеснаго угля примѣшиваютъ въ ограниченномъ количествѣ, ровно столько, сколько его необходимо для возстановленія вольфрамовой кислоты.

* * *

Вольфрамъ (W, атомн. вѣсъ 184) представляетъ собою, смотря по способу полученія, сѣрый, очень тяжелый (удѣльн. вѣсъ 19) порошокъ, или плотный, весьма твердый металлъ бѣлаго цвѣта. Несмотря на высокую температуру плавленія (которая, впрочемъ, точно еще не установлена), онъ легко растворяется въ расплавленномъ желѣзѣ и другихъ металлахъ. Извѣстное содержаніе вольфрама въ стали, подобно хрому, сильно повышаетъ ея твердость.

Почти весь получаемый на химическихъ фабрикахъ вольфрамъ, равно какъ и ферро-вольфрамъ, находятъ себѣ примѣненіе въ желѣзной промышленности, преимущественно для производства твердыхъ сортовъ инструментальной стали.

Висмутъ.

Висмутъ встрѣчается самостоятельно въ видѣ окиси, или, такъ называемой, висмутовой охры, и въ видѣ сѣрнистыхъ соединеній, именно висмутоваго блеска или висмутина; кромѣ того въ видѣ того или другого изъ приведенныхъ соединеній онъ встрѣчается въ качествѣ примѣси въ нѣкоторыхъ рудахъ. Для фабричнаго полученія висмута примѣняются кромѣ рудъ еще слѣдующіе заводскіе продукты его содержащіе: глётъ, свинецъ, выломки изъ пропитанной глётомъ трейбофенной набойки, никкелевая и кобальтовая шпейзы.

Полученіе чернаго висмута.

При обработкѣ рудъ, содержащихъ самородный висмутъ, въ прежнее время ихъ обыкновенно подвергали процессу **зейгерованія**; въ настоящее время этой операціи вообще не производятъ, такъ какъ остатки отъ зейгерованія еще содержатъ извѣстное количество висмута, что заставляетъ плавку вести дважды. Потому предпочитаютъ содержащія висмутъ руды пускать непосредственно въ плавку.

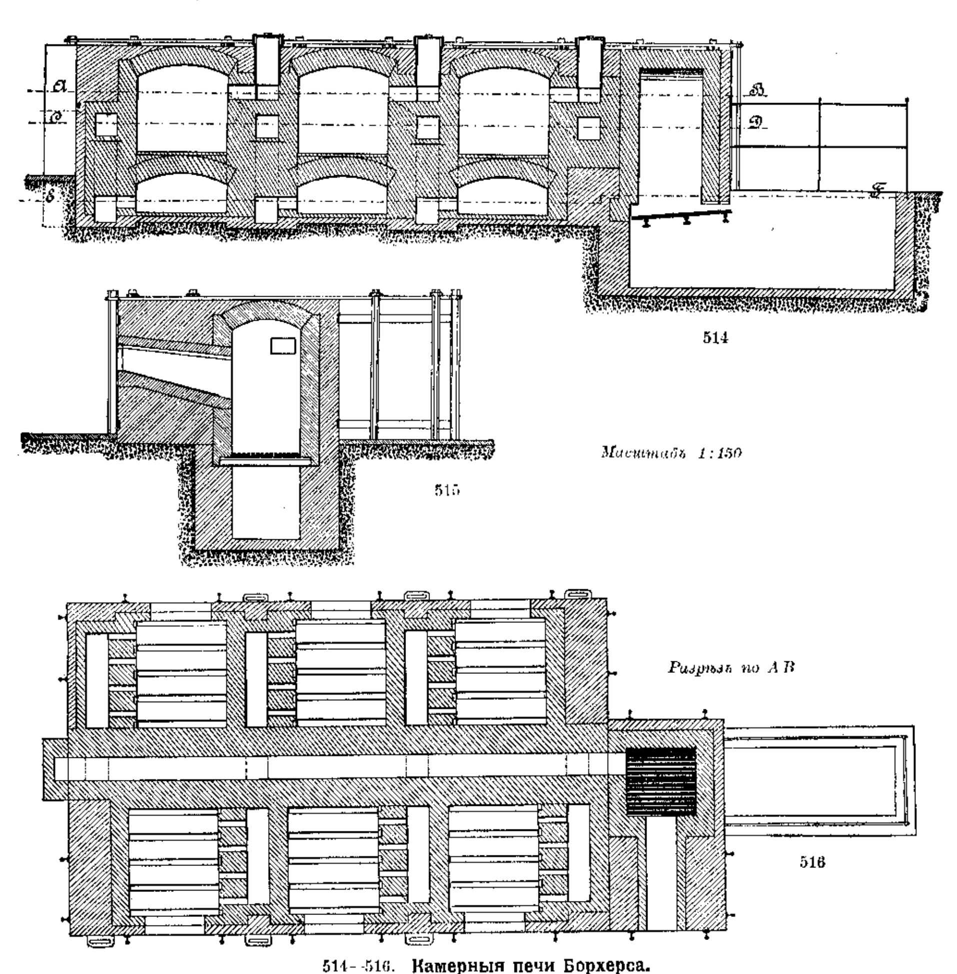
Для производства зейгерованія примѣнялись прежде, а въ очень рѣдкихъ случаяхъ еще и въ настоящее время наклонно лежащіе муфеля, которые нагрѣвались снаружи небольшой топкой. Руда засыпалась въ муфель съ верхняго конца; висмутъ, вытапливаясь, стекалъ на противоположный, опущенный конецъ. Остатки послѣ стеканія висмута выгребались съ того же конца. Процессъ зейгерованія требовалъ большого расхода горючаго и рабочей силы, и давалъ малый выходъ металла. Такъ, напримѣръ, при обработкѣ 12-типроцентной руды остатки получались съ содержаніемъ 4—5% висмута.

Тигли для плавки лучше всего изготовлять на самомъ же заводѣ. Для этого примѣняются хорошіе сорта глины съ содержаніемъ около 60—70% кремнекислоты и 20—26% глинозема. Весьма полезна прибавка къ тигельной массѣ небольшого количества графита или хорошаго древеснаго угля. Нѣтъ необходимости примѣнять въ этомъ случаѣ естественный графитъ; для этой цѣли вполнѣ пригоденъ графитъ искусственный, каковой въ настоящее время получается изъ древеснаго угля при помощи электрическаго тока. Вышина тигля около 25—30 см., верхній діаметръ 38 см. Книзу тигель нѣсколько суживается. Прибавка графита не превосходитъ 20% вѣса употребленной глины. Приготовленіе тиглей производится ручнымъ способомъ. Послѣ тщательной просушки тигли подвергаются обжигу въ тѣхъ же печахъ, которыя служатъ для висмутовой плавки и будутъ описаны ниже.

При высокой цѣнѣ висмута стоимость флюсовъ для составленія его шихты не играетъ такой большой роли, какъ при выплавкѣ другихъ металловъ. Весьма важно въ этомъ случаѣ составленіемъ легкоплавкой шихты достигнуть какъ можно болѣе низкой температуры плавленія, чтобы избѣжать улетучиванія висмута или висмутовыхъ соединеній вслѣдствіе высокой температуры печи. Флюсами обыкновенно служатъ: шлаки прежнихъ плавокъ, сода, известнякъ, въ рѣдкихъ случаяхъ и плавиковый шпатъ. Плавку ведутъ на одно- или двукремнеземики.

Устройства старыхъ тигельныхъ печей для возстановительнаго плавленія мы здѣсь описывать не будемъ. Наиболѣе цѣлесообразными для описываемой плавки даже на небольшихъ заводахъ зарекомендовали себя камерныя печи системы Борхерса.

Устройство такой печи показано на рис. 514—516. Рис. 514 представляетъ вертикальный продольный разрѣзъ по генератору и тремъ камерамъ, рис. 515 — вертикальный поперечный разрѣзъ по генератору, рис. 516 — горизонтальный разрѣзъ на высотѣ газовыхъ каналовъ, рис. 517 — горизонтальный разрѣзъ на высотѣ воздушныхъ и соединительныхъ каналовъ. Отдѣльныя топочныя камеры, гдѣ помѣщаются тигли, въ данномъ случаѣ числомъ 6, сгруппированы, какъ видно на рисункахъ, около одного газоваго

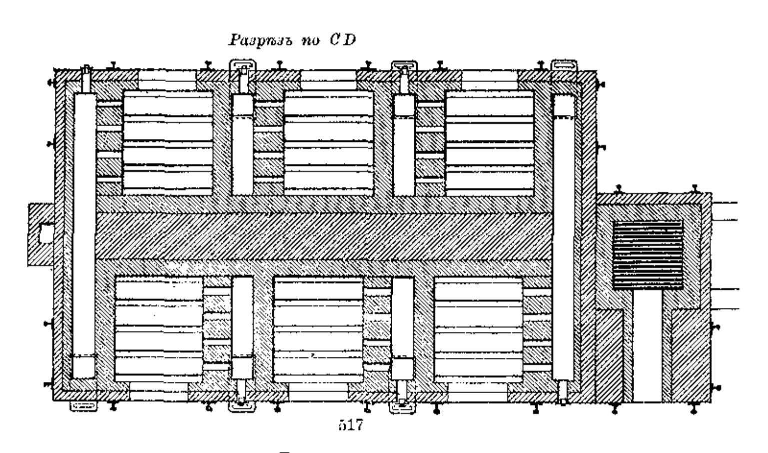


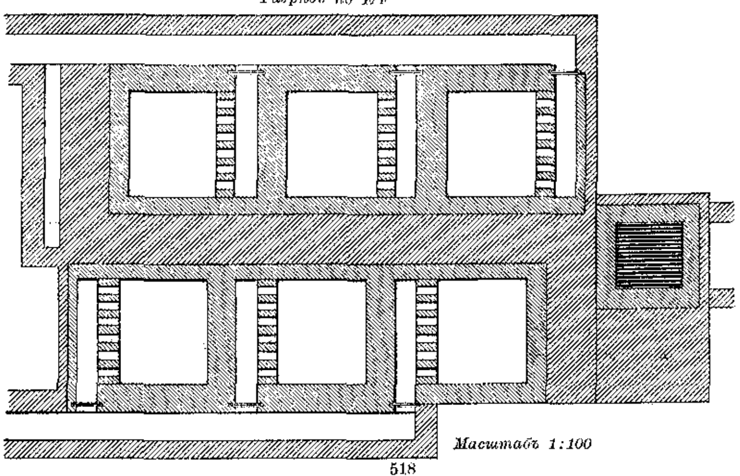
514—516. **Камерныя печи Борхерса.**

канала, приводящаго къ каждой изъ камеръ горючій газъ изъ генератора, помѣщающагося въ одномъ каменномъ кожухѣ съ камерами. Для соединенія отдѣльныхъ камеръ съ главнымъ газовымъ каналомъ какъ въ послѣднемъ, такъ и при каждой изъ камеръ вставлены вертикальныя трубы, снабженныя муфтами. Всѣ эти трубы, за исключеніемъ двухъ, во время хода печей закрыты. Сообщеніе устанавливается только между газовымъ каналомъ той камеры, которая предназначена для плавки и ближайшей къ ней трубой главнаго канала, для чего снимаютъ крышки, помѣщающіяся въ муфтахъ обѣихъ трубъ, и замѣщаютъ ихъ ∩-образной желѣзной трубой.

Необходимый для горѣнія воздухъ пускаютъ не прямо въ ту камеру, въ которую вступаетъ газъ, а заставляютъ его пройти предварительно одну

или двѣ камеры, которыя охлаждаются послѣ плавки. Проходя по этимъ камерамъ, воздухъ подогрѣвается, охлаждая при этомъ самыя камеры, и такимъ образомъ заключающаяся въ послѣднихъ теплота въ значительной степени утилизируется при слѣдующей плавкѣ. Продукты горѣнія изъ камеры, находящейся въ періодѣ плавки, также не отводятся прямо въ дымовой каналъ, а предварительно пропускаются по соединительнымъ каналамъ черезъ одну или двѣ вновь нагруженныя камеры, гдѣ свѣже-посаженные





517 и 518. Камерная печь Борхерса.

тигли такимъ образомъ прогрѣваются отходящими газами. Благодаря такому подогрѣву тиглей предупреждается появленіе трещинъ въ нихъ и связанная съ этимъ потеря металла.

Какъ видно по расположенію каналовъ, приводящихъ въ камеры газъ и воздухъ, горѣніе происходитъ въ верхнихъ частяхъ камеры; пламя и продукты горѣнія омываютъ тигли и уходятъ черезъ щели между сводиками, образующими подъ камеры, въ расположенное подъ ней собирательное помѣщеніе. Отсюда они переходятъ въ соединительный каналъ, расположенный въ простѣнкѣ между двумя камерами, и подымаются по вертикальному каналу, помѣщающемуся вблизи передней стѣнки печи, въ другой горизонтальный каналъ, служащій вмѣстѣ съ тѣмъ и воздухоприводящимъ каналомъ,

откуда узкими наклонными каналами вступаютъ во вторую камеру. Отсюда эти продукты горѣнія тѣмъ же самымъ путемъ переходятъ въ третью камеру, пока сами достаточно не охладятся и не подогрѣютъ пройденныхъ груженыхъ камеръ, послѣ чего, открывъ соотвѣтствующую задвижку, ихъ выпускаютъ изъ нижняго соединительнаго канала въ каналъ, ведущій къ дымовой трубѣ и проходящій вдоль длинной стѣны печи ниже уровня заводскаго пола. Итакъ, въ описанной камерной системѣ въ каждой отдѣльной камерѣ производится сначала насадка тиглей, затѣмъ подогрѣвъ выходящими газами, плавка, охлажденіе воздухомъ и, наконецъ, разгрузка, послѣ чего слѣдуетъ новая насадка и такъ далѣе до окончанія компаніи.

Такимъ образомъ получается непрерывный ходъ всѣхъ камеръ печи, причемъ каждая изъ камеръ проходитъ весь вышеописанный циклъ операцій отъ насадки до разгрузки. Само собою понятно, что расходъ горючаго при такомъ ходѣ печи значительно ниже, чѣмъ въ старыхъ тигельныхъ печахъ. Ясно также, что, благодаря весьма постепенному пагрѣву тиглей, они хорошо сохраняются, такъ что потери отъ растрескиванія тиглей и утечки металла сокращаются до минимума. Печи эти обладаютъ еще и тѣмъ преимуществомъ, что въ тѣхъ же камерахъ можетъ производиться и обжигъ тиглей.

Передъ засыпкой въ тигли матеріалъ долженъ быть хорошо перемѣшанъ, для чего поступаютъ слѣдующимъ образомъ. На спеціально приготовленномъ ровномъ и утрамбованномъ мѣстѣ заводской площади насыпаютъ горизонтальными слоями сначала шлаки и соду, затѣмъ уголь, руду и другія составныя части шихты, затѣмъ снова шлаки и соду, такъ что получается удлиненная прямоугольная куча трапецоидальнаго сѣченія. Съ одного конца этой кучи отрѣзаютъ лопатой вертикальныя полосы, параллельныя короткой сторонѣ и складываютъ изъ нихъ новую конусоидальную кучу, наблюдая затѣмъ, чтобы новыя количества шихты забрасывались на вершину кучи и равномѣрно скатывались къ ея основанію. Насыпанная такимъ образомъ куча пересыпается тѣмъ же способомъ еще разъ. Когда *вся масса пріобрѣла видъ достаточно однородной смѣси*, въ тигли сначала засыпаютъ на дно немного истертаго въ порошокъ шлака отъ прежней плавки, затѣмъ — хорошо перемѣшанную шихту, которую сверху покрываютъ побольшимъ слоемъ шлака, соды и угольнаго порошка. Наполненные такимъ образомъ тигли поступаютъ въ одну изъ камеръ печи, гдѣ нагрѣвъ ихъ до температуры плавленія производится вышеописаннымъ образомъ.

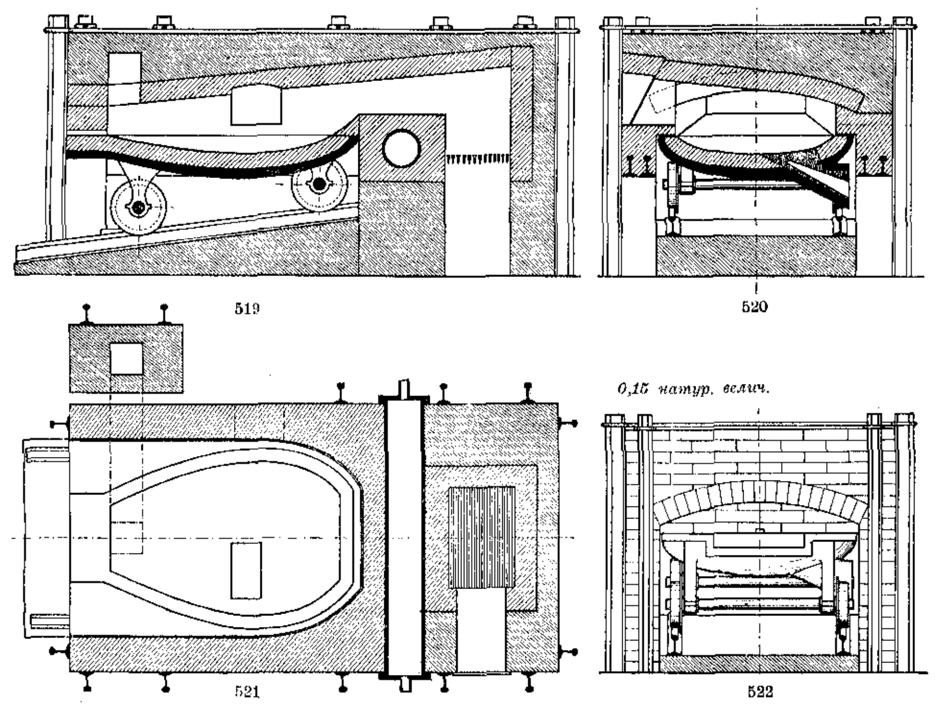
Успѣхъ плавки въ отражательныхъ печахъ зависитъ главнымъ образомъ отъ устройства печи, и въ особенности отъ устройства пода.

Въ виду растворяющаго дѣйствія весьма богатыхъ кремнекислыми щелочами шлаковъ, устройство пода требуетъ особенно внимательнаго къ себѣ отношенія. Прежде всего важно, чтобы кладка пода была изолирована отъ кладки боровка и топки воздушными или водяными каналами. Если кладка боровка и топки съ кладкой пода нераздѣльны, безъ изолирующихъ промежутковъ, то именно эти-то мѣста, какъ нагрѣваемыя съ обѣихъ сторонъ, и представляютъ наиболѣе благопріятныя условія для просачиванія легко проникающаго въ кладку висмута. Это обстоятельство является главнѣйшимъ источникомъ потерь при плавкѣ.

Итакъ, подъ порогомъ всегда долженъ проходить каналъ, охлаждаемый воздухомъ, или еще лучше водой, вслѣдствіе чего проникающій съ пода внутрь порога металлъ затвердѣваетъ вблизи трубы и образуетъ непроницаемую для слѣдующихъ капель металла задѣлку. Если продукты горѣнія проходятъ въ дымовую трубу по подземнымъ каналамъ, то отходящій отъ порога боровокъ, отдѣленный отъ кладки печи небольшимъ воздушнымъ промежуткомъ, долженъ быть пристроенъ къ печи въ видѣ отдѣльной небольшой

шахты. Низъ пода также долженъ быть по возможности свободенъ. Поэтому обыкновенно подъ печи располагаютъ на высотѣ около 500—600 мм. надъ уровнемъ заводскаго пола на рельсахъ или балкахъ, покоящихся на колоннахъ.

Несмотря на всѣ описанныя предосторожности, подъ печи съ теченіемъ времени сильно разъѣдается образующимися во время плавки сильно щелочными шлаками. Особенно страдаютъ швы пода, въ которыхъ скопляется масса висмута. Это разъѣданіе швовъ до такой степени портитъ кладку печи, что почти весь получающійся металлъ уходитъ изъ печи черезъ стѣнки пода, и печь приходится останавливать для капитальнаго ремонта. Въ печахъ старой конструкціи приходилось ломать всю печь до топки вклю-



519—522. **Отражательная печь Борхерса для плавки висмутовыхъ и сурьмяныхъ рудъ.**

чительно, такъ какъ стѣнки, сводъ и подъ рабочаго пространства печи имѣли одну общую кладку.

Для устраненія этихъ недостатковъ Борхерсъ предложилъ пламенную печь слѣдующей конструкціи (фиг. 519—522).

Сводъ и боковыя стѣнки печи покоятся на рельсахъ независимо отъ пода. Подъ выдвижной и состоитъ изъ желѣзнаго чашеобразнаго днища, выложеннаго кладкой изъ одного ряда кирпичей и поставленнаго четырьмя колесами на уложенные наклонно рельсы.

Достоинства этой конструкціи заключаются, во-первыхъ, въ устраненіи большихъ массъ кирпичной кладки, безъ которыхъ не обходятся и печи со свободнымъ подомъ и которыя способствуютъ скопленію висмута въ швахъ кладки, и во-вторыхъ, въ настолько сильномъ охлажденіи крайне простой одежды пода, что расплавленный металлъ не можетъ пройти кладку насквозь: онъ затвердѣваетъ вблизи кожуха еще внутри самой кладки. Когда, по окончаніи компаніи печи, нужно приступить къ ремонту пода, это производится независимо отъ остальныхъ частей печи: подъ удаляется изъ печи

и кладка замѣняется новой. При незначительномъ количествѣ кирпичей, потребныхъ для футеровки пода, работа по отбиванію проникнувшаго въ швы висмута уменьшилась до минимума.

При пускѣ печи въ ходъ на поду ея расплавляютъ сначала слой шлаковъ, такъ какъ весьма важно, чтобы насаженные въ печь черезъ боковое садочное окно матеріалы возможно скорѣе погрузились въ легкоплавкій шлакъ и тѣмъ были предохранены отъ улетучиванія.

Какъ и при плавкѣ въ тигельныхъ печахъ, шихта передъ насадкой въ печь должна быть хорошо перемѣшана. Перемѣшиваніе производится такимъ же образомъ, какъ было описано выше. Описываемая печь имѣетъ такъ называемую тигельную задѣлку, при которой металлъ выпускается, какъ это показано на прилагаемыхъ рисункахъ, изъ особаго выпускного отверстія. Шлакъ выпускается время отъ времени черезъ помѣщающееся въ задней части пода шлаковое отверстіе, закрываемое кирпичной пробкой, обмазанной глиной. Выпускное отверстіе для металла послѣ выпуска также затыкается глиняной пробкой, забиваемой въ отверстіе при помощи деревяннаго шеста. Для выпуска пробиваютъ затычку толстымъ желѣзнымъ ломомъ и выпускаютъ металлъ въ подставленные плоскіе чугунные сосуды, въ которыхъ онъ быстро затвердѣваетъ, оставаясь, однако же, жидкимъ въ продолженіе нѣкотораго промежутка времени, достаточнаго для того, чтобы отдѣлиться отъ прочихъ продуктовъ плавки, какъ штейнъ и шпейза, могущихъ выйти вмѣстѣ съ металломъ изъ печи. Нѣсколькими ударами молота затвердѣвшій висмутъ легко отдѣляется отъ сопровождающей его шпейзы. Послѣ этого его грубо измельчаютъ и отправляютъ на рафинированіе.

Третьимъ способомъ полученія висмута изъ его рудъ является такъ называемое **осадительное плавленіе**. Этотъ способъ, основныя положенія котораго въ данномъ случаѣ тѣ же, что и въ одноименной обработкѣ свинцовыхъ рудъ, примѣнимъ главнымъ образомъ для сѣрнистыхъ рудъ, содержащихъ мышьякъ и сурьму. Кромѣ названныхъ выше флюсовъ въ этомъ случаѣ прибавляютъ желѣзо въ видѣ желѣзныхъ обрѣзковъ, стружекъ и т. п. Плавку ведутъ на полукремнеземикъ или однокремнеземикъ. Кромѣ висмута получаются еще штейнъ и шпейза. Приборы для плавки тѣ же, что и при возстановительномъ плавленіи.

Такъ называемый **мокрый** способъ полученія висмута примѣняется, главнѣйше, для выдѣленія висмута изъ глёта, получающагося какъ побочный продуктъ при обработкѣ богатыхъ висмутомъ рудъ благородныхъ металловъ. Глётъ съ большимъ содержаніемъ висмута не годится для плавки этихъ рудъ, почему и представляется необходимымъ выдѣлить изъ него висмутъ. Съ этою цѣлью многочисленными окислительными и возстановительными плавками обогащаютъ глётъ содержаніемъ висмута, послѣ чего его обрабатываютъ соляной кислотой, которая даетъ съ свинцомъ трудно растворимый въ водѣ хлористый свинецъ, а съ висмутомъ — легко растворимый хлористый висмутъ. Послѣдній выщелачиваютъ водою и для очищенія отъ могущаго остаться въ растворѣ хлористаго свинца смѣшиваютъ растворъ съ избыткомъ воды, отчего хлористый свинецъ садится и очищается отъ раствора фильтрованіемъ. Полученный такимъ образомъ растворъ чистаго хлористаго висмута нейтрализуютъ щелочами, отчего изъ него выдѣляется чистая хлороокись висмута, которая при фильтрованіи остается на фильтрахъ и частью идетъ для рафинированія висмута, частью же проплавляется въ тигляхъ вмѣстѣ съ кислородными рудами этого металла.

Очистка чернаго висмута.

Полученный по одному изъ вышеописанныхъ способовъ висмутъ („черный“ висмутъ — по аналогіи съ „черною мѣдью“) требуетъ обыкновенно очистки

(рафинировки), такъ какъ въ немъ содержатся еще посторонніи примѣси, которыми чаще всего служатъ: свинецъ, сурьма и мышьякъ.

Если черный висмутъ содержитъ свинецъ, то послѣдній долженъ быть удаленъ прежде всего, такъ какъ онъ сильно препятствуетъ при всѣхъ послѣдующихъ рафинировочныхъ операціяхъ.

Удаленіе свинца — операція вообще очень простая. Свинецъ содержащій висмутъ расплавляютъ въ небольшихъ чугунныхъ котлахъ подъ слоемъ поваренной соли и хлористаго калія съ прибавленіемъ ѣдкаго натра и разсчитаннаго по содержанію свинца количества хлоро-окиси висмута. Весьма важно постоянно перемѣшивать массу, чтобы металлъ возможно лучше приходилъ въ соприкосновеніе съ плавнями. Операція, смотря по содержанію свинца въ обрабатываемомъ черномъ висмутѣ, продолжается отъ одного до трехъ часовъ, послѣ чего весь свинецъ переходитъ въ хлоро-окись свинца, въ то же время прибавленная хлоро-окись висмута возстановляется въ металлическій висмутъ.

При болѣе или менѣе значительномъ содержаніи сурьмы въ черномъ висмутѣ, ее можно удалять въ такихъ же приборахъ, какъ и свинецъ, но въ качествѣ плавня употребляются сода, поташъ и сѣра. При помощи этихъ прибавокъ сурьма легко переводится въ шлакъ въ видѣ сѣрносурмянокислаго натрія.

Мышьякъ удаляютъ также плавкой въ чугунныхъ котелкахъ подъ слоемъ ѣдкаго натра и селитры.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ по окончаніи плавки въ расплавленный металлъ опускаютъ желѣзный крюкъ, удаляютъ огонь и оставляютъ массу твердѣть. Верхній легко растворимый слой шлака удаляютъ кипяченіемъ въ водѣ. Послѣ этого королекъ чистаго висмута вынимаютъ при помощи вышеупомянутаго желѣзнаго крюка, конецъ котораго выдается изъ затвердѣвшей массы.

Благодаря легкости рафинированія посредствомъ вышеописанныхъ плавильныхъ операцій, электролизъ имѣетъ сравнительно ограниченное примѣненіе для рафинированія висмута. По способу Загорскаго черный висмутъ въ видѣ листовъ погружается въ качествѣ анода въ ванну изъ слабой азотной кислоты или изъ кислаго раствора азотнокислаго висмута. На катодѣ, состоящемъ изъ металлическихъ листовъ, при направленіи тока въ 150—300 амперъ на 1 квадратный метръ, висмутъ осаждается въ видѣ очень чистаго порошка. Сплавленіе этого порошковатаго висмута не представляетъ никакихъ затрудненій.

* * *

Висмутъ (Bi, атомн. вѣсъ 208, удѣльн. вѣсъ 9,8) представляетъ собою металлъ свѣтло-сѣраго цвѣта, слегка отсвѣчивающій краснымъ, съ сильнымъ блескомъ и крупно-листоватымъ кристаллическимъ строеніемъ. При обыкновенной температурѣ висмутъ настолько хрупокъ, что очень легко разбивается и измельчается въ порошокъ. Несмотря на дурную теплопроводимость, онъ представляетъ собою хорошій проводникъ электричества. Температура плавленія висмута находится около 264—270°; точка кипѣнія точно не опредѣлена, она лежитъ между 1100 и 1600°.

Въ расплавленномъ состояніи висмутъ представляетъ собою хорошій растворитель для многихъ металловъ и самъ легко растворяется во многихъ металлахъ, къ числу которыхъ кромѣ благородныхъ металловъ, относятся: свинецъ, олово, цинкъ, кадмій, мѣдь, никкель, щелочные и щелочно-земельные металлы. Сплавы висмута съ первыми изъ названныхъ металловъ отличаются весьма низкою температурою плавленія. Сплавы съ мѣдью и никкелемъ (висмутовая бронза) обладаютъ большою твердостью.

Вліянію атмосферныхъ дѣятелей, слѣдовательно, кислороду воздуха, водѣ,

также слабымъ кислотамъ, висмутъ при обыкновенной температурѣ сопротивляется очень хорошо, но при болѣе высокой температурѣ онъ окисляется на воздухѣ довольно легко, хотя и не такъ энергично, какъ свинецъ. Водяной паръ не оказываетъ значительнаго вліянія даже на раскаленный висмутъ. Изъ обыкновенныхъ кислотъ соляная кислота растворяетъ висмутъ только въ присутствіи окислителей, но медленное раствореніе происходитъ уже при доступѣ воздуха. Лучше дѣйствуетъ азотная кислота, если она взята не слишкомъ слабой. Концентрированная горячая сѣрная кислота растворяетъ висмутъ съ образованіемъ сѣрнистой кислоты.

Висмутъ образуетъ съ кислородомъ нѣсколько соединеній, но техническій интересъ имѣетъ только окись висмута Bi_2O_3 и ея производныя. Среднія соли висмута при обработкѣ водой очень легко переходятъ въ труднорастворимыя или вовсе не растворимыя основныя соли. Изъ растворовъ своихъ солей висмутъ осаждается многими другими металлами, а именно, не считая щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ, цинкомъ, марганцемъ, желѣзомъ, никкелемъ, кадміемъ, оловомъ, мѣдью и свинцомъ. Свинецъ осаждаетъ висмутъ полностью даже изъ расплавленныхъ его окисловъ и основныхъ солей, что необходимо имѣть въ виду при рафинированіи висмута.

Примѣненіе висмута ограничивается почти исключительно приготовленіемъ легкоплавкихъ сплавовъ (сплавы Вуда, Розе, Липовица) и сплавовъ большой твердости (висмутовая бронза), а также нѣкоторыхъ соединеній, примѣняемыхъ какъ фармацевтическіе и косметическіе препараты (соединенія азотнокислаго висмута и хлоро-окиси висмута).

Олово.

Въ природѣ олово встрѣчается главнымъ образомъ въ видѣ окиси SnO_2, въ такъ называемомъ оловянномъ камнѣ, или касситеритѣ. Спутникомъ его часто бываетъ желѣзистый волчецъ, $FeWO_4$. Другія соединенія олова встрѣчаются рѣдко. Важнѣйшія и наиболѣе извѣстныя мѣсторожденія оловяннаго камня находятся: въ Англіи (Корнваллисъ), въ Саксоніи (Альтенбергъ, Циннвальдъ), въ Богеміи, во Франціи, Испаніи, въ восточной Сибири, на Зондскихъ островахъ, въ Индійскомъ архипелагѣ (Банка), на полуостровѣ Малаккѣ, въ Австраліи (Тасманія), въ Боливіи. Кромѣ того для добычи олова употребляются шлаки оловянной плавки и обрѣзки бѣлой жести.

Подготовка оловянныхъ рудъ къ плавкѣ.

Высокій удѣльный вѣсъ оловяннаго камня позволяетъ весьма хорошо отдѣлить руду отъ ея спутниковъ механическою обработкою мокрымъ путемъ, чему, однако, при очень твердыхъ кремнистыхъ рудахъ, долженъ предшествовать обжигъ руды съ цѣлью ея разрыхленія. Въ подробное разсмотрѣніе основъ и устройствъ мокраго обогащенія рудъ мы здѣсь входить не будемъ тѣмъ болѣе, что оно излагалось въ первой части этого тома.

Химическая обработка оловяннаго камня имѣетъ цѣлью удаленіе вредныхъ примѣсей, частью посредствомъ окислительнаго обжига и возгонки, частью обжиганіемъ, съ присадкой различныхъ веществъ и послѣдующимъ выщелачиваніемъ получившихся растворимыхъ соединеній.

При обжигѣ сѣрнистыхъ и мышьяковистыхъ соединеній сѣра и мышьякъ удаляются большею частью въ видѣ газообразныхъ или парообразныхъ окисловъ (SO_2, As_2O_3), частью же превращаются въ сѣрнистыя соединенія ($FeSO_4$, $CuSO_4$), выщелачиваемыя водой и слабыми кислотами.

Весьма вредный при плавкѣ оловянныхъ рудъ вольфрамъ удаляютъ окислительнымъ обжиганіемъ съ основными примѣсями, лучше всего съ содой. По даннымъ новѣйшихъ руководствъ эта операція считается невыгодной; мы же здѣсь рѣшительно утверждаемъ противное. Тамъ, гдѣ она ока-

залась невыгодной, причина кроется въ конструкціи печей и въ способѣ работы. Если вести процессъ такъ, какъ было описано выше въ статьѣ о вольфрамѣ, то получается безъ затрудненій и безъ замѣтныхъ потерь олова легко выщелачиваемый водой вольфрамово-кислый натрій, который, благодаря большому спросу на вольфрамъ со стороны желѣзной промышленности, находитъ себѣ хорошій сбытъ.

При обжигѣ для удаленія сѣры примѣняются отражательныя печи съ неподвижнымъ или съ вращающимся подомъ; для выдѣленія вольфрама примѣняется обжигательная печь, подобная представленной на рис. 522—523.

Полученіе сырого олова.

Старѣйшія печи, примѣнявшіяся для возстановительнаго плавленія оловянныхъ рудъ, были низкія шахтныя печи. Объ устройствѣ старинныхъ китайскихъ и индусскихъ печей и о плавкѣ въ нихъ имѣются весьма интересныя данныя въ статьѣ г. Луи, помѣщенной въ V томѣ ежегодника: „Mineral Industries". Въ виду того, что эти печи еще и нынѣ примѣняются на Малайскихъ островахъ и въ Банкѣ, мы вкратцѣ приводемъ ихъ описаніе.

Первоначально шахтныя печи жителей Зондскихъ острововъ представляли собою углубленія въ землѣ, глубиною около 500 мм. и діаметромъ вверху 350 мм., книзу онѣ нѣсколько суживались. Въ качествѣ мѣховъ служили выдолбленные древесные стволы, снабженные поршнемъ и штокомъ, по два на каждую печь; они приводились въ дѣйствіе попеременно, каждый однимъ человѣкомъ. Дутье отводилось въ печь съ одного конца поршневой трубы при помощи бамбуковыхъ трубокъ. Сначала въ печь забрасывали горящихъ древесныхъ угольевъ, затѣмъ пускали понемногу дутье, послѣ чего дѣлали попеременную засыпку древеснаго угля и руды. Спустя 4—5 часовъ получалось около 12 клг. расплавленнаго олова, причемъ задалживалось три человѣка (1 плавильщикъ и двое около мѣховъ). Выходъ олова составлялъ приблизительно 60% вѣса руды. Расплавленное олово вычерпывали изъ горна печи и выливали въ формы изъ расколотыхъ по длинѣ бамбуковыхъ трубокъ, снабженныхъ на концахъ перемычками изъ глины. Полученные такимъ образомъ штыки олова въ видѣ полуцилиндрическихъ полосъ вѣсили около 4 клг. каждый.

На полуостровѣ Малаккѣ въ горахъ между Пагангомъ и Селангоромъ примѣняется китайская печь, носящая названіе Тонга и работающая съ естественной тягой. Устройство и дѣйствіе ея слѣдующія. Кожухъ изъ бамбука набиваютъ глиной, вырѣзаютъ шахту, выпускное и фурменное отверстія и затѣмъ оставляютъ для просушки на воздухѣ въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Этимъ промежуткомъ времени пользуются для промывки рудъ и приготовленія древеснаго угля.

Просушенную печь разогрѣваютъ дровами, затѣмъ засыпаютъ уголь, послѣ чего слѣдуетъ руда и далѣе попеременно засыпаютъ уголь и руду. Изъ печи, имѣющей такъ называемую шнуровую задѣлку, или, какъ выражаются въ этомъ случаѣ, задѣланной „черезъ шпуръ", возстановленное олово вытекаетъ въ зумпфъ, изъ котораго его вычерпываютъ и отливаютъ въ штыки приблизительно въ 250 мм. длины, 120 мм. высоты и 100 мм. ширины.

При общей высотѣ такой печи до 2000 мм., высотѣ шахты 1600 мм. и діаметрѣ шахты 400 мм. она проплавляетъ въ день до 30 штыковъ.

Совершенно подобныя же печи дѣйствуютъ и съ дутьемъ. Высота этихъ печей 1750 мм. Шахта, имѣющая вверху тотъ же діаметръ, что и вышеописанная, внизу суживается до 300 мм. Мѣха также изъ древесныхъ стволовъ, но болѣе усовершенствованные: они двойного дѣйствія. На обоихъ концахъ воздуходувнаго цилиндра устроены клапана для входа и выхода воз-

духа. Сжатый воздухъ поступаетъ въ воздушную камеру, играющую роль регулятора и сообщающуюся съ печью посредствомъ бамбуковой трубы діаметромъ въ 60 мм., продолженіемъ которой служитъ такого же діаметра глиняная фурма, проложенная внутрь печи.

Эти печи проплавляютъ до 600—750 клг. оловянныхъ рудъ въ сутки. Новѣйшія болѣе совершенныя шахтныя печи современныхъ заводовъ въ Индіи построены изъ каменной кладки и по своей конструкціи приближаются къ европейскимъ образцамъ; онѣ также работаютъ съ дутьемъ. Всѣ



523. **Шахтная печь для плавки оловянныхъ рудъ.**

шахтныя печи для плавки оловянныхъ рудъ въ виду высокой температуры возстановленія снабжены узкою (не болѣе 1 метра діаметромъ), книзу суживающеюся шахтою небольшой высоты (около 3 м.) и задѣланы черезъ шпуръ. Для уясненія ихъ устройства мы приводимъ здѣсь изображеніе одной изъ такихъ саксонскихъ печей (въ Альтенбергѣ), заимствованное изъ руководства металлургіи Б. Керля. На рис. 524 и 525 *a* означаетъ каменный кожухъ изъ гранита или гнейса, *b* — кладка шахты изъ гранита высотою 2,83 м., вверху сѣченіе ея прямоугольное, размѣры: 0,96 м. $\times$ 0,62 м., внизу сѣченіе трапецоидальное, при чемъ длина передней стѣнки 0,58 м., задней — 0,48 м., высота трапеціи 0,48 м., *c* — передняя стѣнка печи, *d* — футеровка шахты, *e* — фурменная стѣнка, *f* — лещадь изъ гранитной плиты толщиною въ 0,34—0,39 м., съ наклономъ въ 26°, покрытая тяжелой набойкой или безъ нея, *g* — фурма съ двумя соплами, *h* — отверстіе для наблюденія за ходомъ

печи, вырѣзанное въ глинѣ, высотою въ 0,10 м. и шириною внизу 0,05 м. и вверху 0,03 м., *i* — передовой горнъ глубиною 0,38 м. и діаметромъ 0.5 м., передовой горнъ образованъ гранитными плитами *k* и набойкой *l*, *m* — выпускной каналъ діаметромъ 0,09 м., открывающійся наружу отверстіемъ діаметромъ въ 0,12 м., *n* — пріемникъ для олова діаметромъ 0,5 м. и глубиною 0,1 м., высѣченный въ гранитѣ, выложенный глиной и наполненный углемъ, или же отлитый изъ чугуна и подогрѣваемый снизу топкой, *q* — шлаковая доска и *o* — наклонная чугунная доска для стеканія шлаковъ въ бассейнъ съ водой *s*, гдѣ они гранулируются съ цѣлью обогащенія. Надъ печью устроены ловушки для улавливанія уносимой изъ печи пыли.

524

525

524 и 525. **Шахтная печь для плавки оловянныхъ рудъ саксонскаго типа.**

Въ шахтныхъ печахъ проплавляются руды съ 50% олова съ примѣсью отъ 25 до 50% шлаковъ предыдущихъ плавокъ и 5—7% печныхъ крицъ и другихъ заводскихъ обломковъ. Возстановляющимъ и горючимъ матеріаломъ служитъ древесный уголь. Олово и шлаки стекаютъ непрерывно въ передовой горнъ, изъ котораго металлъ, каждыя 8—12 минутъ, выпускается въ выпускное гнѣздо. Въ сутки проплавляютъ въ такой печи около 1600 клг. руды съ 800 клг. шлаковъ и другихъ олово-содержащихъ примѣсей. На 1000 клг. руды расходуютъ 55—60 куб. метровъ древеснаго угля. Угаръ олова составляетъ въ общемъ 12—15%, изъ нихъ 8—9% улетучивается, остальное уходитъ въ шлакъ. Относительно обработки шлаковъ и другихъ продуктовъ плавки будетъ сказано ниже.

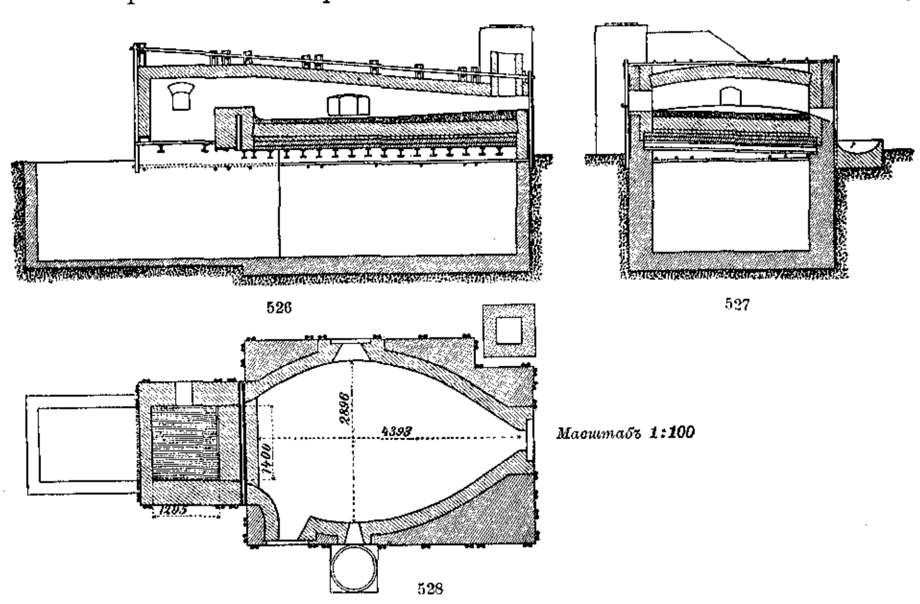
Процессы, происходящіе при плавкѣ въ шахтныхъ печахъ, съ точностью еще не изучены. Такъ, напримѣръ, еще не установлено, происходитъ ли возстановленіе окиси олова непосредственно насчетъ углерода или же насчетъ образующихся въ печи ціанистыхъ соединеній. Окись углерода едва ли участвуетъ въ процессѣ возстановленія. Какъ уже было упомянуто выше, температура возстановленія олова очень высока. Вслѣдствіе этого еще раньше олова возстановляются и другіе находящіеся въ оловянномъ камнѣ металлы и между прочимъ желѣзо. Въ виду опасности образованія въ печи желѣзныхъ настылей и выбрана именно шпуровая задѣлка, при которой выдѣленіе тугоплавкихъ желѣзныхъ сплавовъ происходитъ въ легко доступномъ передовомъ горну. При плавкѣ оловянныхъ рудъ, содержащихъ вольфрамъ, часть этого металла переходитъ въ

олово, большая же часть уходитъ въ шлакъ и при этомъ способствуетъ ошлакованію олова.

Шахтныя печи имѣютъ за собою то безспорное преимущество, что онѣ лучше утилизируютъ развивающуюся въ нихъ теплоту. Однако необходимость имѣть чистыя руды для плавки, избѣгать слишкомъ тонкаго измельченія руды и главное возможность вести плавку только на такомъ дорогомъ горючемъ, какъ древесный уголь, заставили перейти отъ плавки въ шахтныхъ печахъ къ плавкѣ въ печахъ отражательныхъ.

Этотъ способъ плавки оловянныхъ рудъ былъ выработанъ въ Корнваллисѣ еще 100 лѣтъ тому назадъ и, съ нѣкоторыми измѣненіями въ конструкціи приборовъ и способѣ веденія плавки, сохранился до настоящаго времени подъ именемъ корнваллійской плавки.

Изъ примѣняемыхъ при этой плавкѣ печей мы здѣсь опишемъ новую

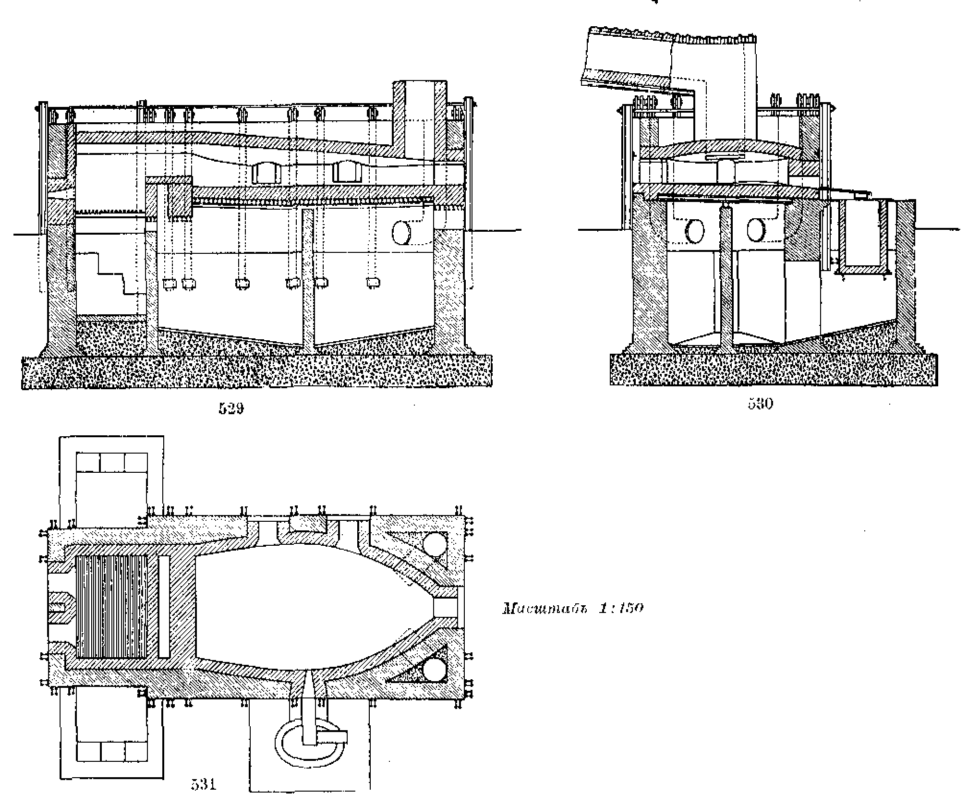


526—528. **Отражательная печь для плавки оловянныхъ рудъ.**

печь для плавки оловянныхъ рудъ фирмы Бовесъ, Скоттъ и Вестернъ въ Лондонѣ. Какъ видно изъ чертежа (см. фиг. 526—528), печь эта представляетъ собою обыкновенную отражательную печь, существенную особенность которой составляетъ, какъ и въ печахъ для выплавки сурьмы и висмута, хорошо изолированный, возможно свободный подъ. Послѣдній покоится на рельсахъ, положенныхъ такимъ образомъ, что въ случаѣ ремонта они могутъ быть сдвинуты и удалены изъ подъ пода, послѣ чего послѣдній обрушивается въ помѣщеніе подъ подомъ, не причиняя при этомъ никакихъ поврежденій боковымъ стѣнкамъ печи. Во время хода печи въ помѣщеніи подъ подомъ налита вода, для того чтобы легко проникающее во всѣ поры олово, просачиваясь черезъ кладку пода, внизу затвердѣвало. Футеровка пода состоитъ изъ двухъ рядовъ каменныхъ плитъ, поверхъ которыхъ слѣдуетъ слой глины, далѣе слой кирпичной кладки и на ней утрамбована набойка.

Еще болѣе удачная конструкція принадлежитъ Макъ Киллопу, который, какъ относительно своей печи, такъ и о существенно усовершенствованной имъ плавкѣ оловянныхъ рудъ сдѣлалъ подробныя сообщенія собранію Institute of Civil Engineers. Печь Макъ Киллопа дѣйствуетъ на олово-плавильномъ заводѣ Общества: „Оловянныхъ заводовъ“ въ Селангорѣ и Перакѣ, на Пуло

Брани — одномъ изъ острововъ Малайскаго архипелага. Вся огнеупорная кладка, включая и сводъ, сдѣлана совершенно самостоятельно внутри каменнаго кожуха. Подъ покоится на рельсахъ, длина которыхъ равна половинѣ ширины пода. Эти рельсы однимъ концомъ лежатъ на продольныхъ стѣнкахъ, а другимъ — подъ срединой пода — на двухъ желѣзныхъ балкахъ, длина которыхъ соотвѣтствуетъ половинѣ длины пода. Въ срединѣ пода концы этихъ балокъ покоятся на одной общей колоннѣ, которая такимъ образомъ подпираетъ весь подъ. Когда послѣ продолжительнаго срока службы подъ приходитъ въ негодность, стоитъ только опрокинуть эту срединную колонну, чтобы поддер-



529—531. **Печь для плавки оловянныхъ рудъ системы Киллопа.**

живающія подъ балки и вся покоящаяся на нихъ футеровка пода обрушились въ нижнее помѣщеніе. Набойка пода состоитъ изъ возможно плотно сложенныхъ шамотныхъ кирпичей; кладка уплотнена еще отмученной глиной. Когда подъ просушенъ и разогрѣтъ, на немъ расплавляютъ насадку чугуна, который проникаетъ во всѣ оставшіяся не вполнѣ плотными мѣста и скрѣпляетъ всю кладку пода въ одно цѣлое. Поверхность пода имѣетъ со всѣхъ сторонъ наклонъ къ выпускному отверстію. Порогъ, возвышающійся на 200 мм. надъ подомъ, по причинамъ, уже выясненнымъ выше, сдѣланъ пустотѣлымъ и покоится также на рельсахъ, слѣдовательно, имѣетъ снизу свободный доступъ, какъ и подъ. Плавильное пространство имѣетъ въ длину 4800 мм., ширина его по срединѣ 3 м. и 1800 мм. у порога, слѣдовательно, общая площадь плавильнаго пространства составляетъ около 12 квадр. метровъ. Какъ при корнваллійскихъ печахъ, такъ и здѣсь въ помѣщеніи подъ подомъ печи до высоты 2500 мм. налита вода для затвердѣ-

ванія просачивающагося олова. Подымающійся отъ этой воды паръ отводится двумя трубами, расположенными у борова печи. Размѣры колосниковой рѣшетки измѣняются въ зависимости отъ топлива, которымъ располагаютъ на заводѣ. Они колеблются между 1200 × 1800 и 1400 × 2000 мм.; поверхность рѣшетки лежитъ на 760 мм. ниже вершины свода топки. Сѣченіе боровка равняется 0,375 квадр. метр. при высотѣ трубы въ 30 м.

На англійскихъ заводахъ плавку оловянныхъ рудъ ведутъ все еще по старому корнваллійскому способу. Шихта, состоящая изъ руды съ содержаніемъ 62—72% олова, 5—6% окиси желѣза, незначительнаго количества вольфрамовой кислоты и до 6% силикатовъ и, въ качествѣ примѣсей и флюса — изъ 15—20% шлаковъ, нѣкотораго количества гашеной извести и олово-содержащихъ заводскихъ продуктовъ, а въ случаѣ надобности и плавиковаго шпата, хорошо перемѣшивается, смачивается водой и равномѣрно распредѣляется по горячему поду. Всѣ дверцы закрываются и замазываются глиной. Послѣ трехъ часовъ сильнаго накаливанья массу, уже въ значительной степени расплавившуюся, хорошенько перемѣшиваютъ. Когда, спустя 5—7 часовъ плавки, температура достигла приблизительно точки плавленія чугуна, массу еще разъ основательно перемѣшиваютъ и оставляютъ въ покоѣ. Затѣмъ черезъ рабочія окна изъ печи выпускаютъ приблизительно $^2/_3$ всѣхъ шлаковъ, причемъ, въ случаѣ надобности, предварительно охлаждаютъ ванну порошкомъ холоднаго шлака. Эти шлаки перваго выпуска настолько бѣдны металломъ, что идутъ въ отвалъ. Спускъ шлаковъ производится два-три раза. Шлаки обоихъ этихъ выпусковъ содержатъ включенія олова, поэтому вторые шлаки подвергаются измельченію и мокрому обогащенію, причемъ получается освобожденный отъ металла шлакъ, идущій въ отвалъ, и олово въ видѣ зеренъ, прибавляемое къ шихтѣ при плавкѣ оловосодержащихъ шлаковъ. Шлаки третьяго выпуска идутъ прямо въ названную плавку. Остальную часть шлаковъ, остающихся еще въ печи, выпускаютъ вмѣстѣ съ оловомъ. По затвердѣваніи и этотъ шлакъ (именуемый „стекломъ") идетъ въ шлаковую плавку. Выпущенное изъ печи олово отливаютъ въ формы. Полученный продуктъ и представляетъ собою, такъ называемое, сырое олово (Rohzinn).

Весьма существенныя усовершенствованія въ плавкѣ оловянныхъ рудъ и продуктовъ въ отражательныхъ печахъ были сдѣланы на заводахъ О-ва Straits Trading C° Mc Killop'омъ, печь котораго была описана выше. Плавка въ этихъ печахъ состоитъ изъ слѣдующихъ операцій.

Рудная плавка. Шихта состоитъ изъ 80 центнеровъ руды съ содержаніемъ олова около 65—71%, 10,5 цнтнр. шлаковъ и 2,4 цнтнр. рафинировочныхъ крецовъ (остатковъ отъ перечистки олова); при болѣе богатыхъ рудахъ, съ содержаніемъ олова свыше 71%, на 80 центнеровъ руды идутъ 12 цнтнр. шлаковъ и 2,4 цнтнр. крецовъ. Матеріалъ располагается по поду такимъ образомъ, что толщина слоя его у пламеннаго окошка наибольшая, именно 300—350 мм., и такъ продолжается на разстояніи приблизительно 600 мм. отъ порога по направленію къ срединѣ печи. Далѣе слой становится тоньше, такъ что толщина его у рабочихъ оконъ и далѣе къ боровку не превышаетъ 120 мм. Какъ и при старомъ способѣ, здѣсь закрываютъ плотно окна, открываютъ задвижку дымохода, остававшуюся закрытою во время грузки, и задаютъ жаръ съ большимъ пламенемъ въ теченіе 2—$2^1/_4$ часовъ. Если уголь хорошъ и уходъ за топкой правильный, то масса уже начинаетъ плавиться и можно тотчасъ же приступить къ перемѣшиванію, въ противномъ случаѣ нужно держать жаръ еще въ продолженіе $1^1/_2$ часовъ. Вблизи порога масса теперь уже расплавилась, близъ боровка она въ тѣстообразномъ состояніи. Послѣ перваго тщательнаго перемѣшиванія задаютъ снова жаръ въ теченіе часа; происходитъ второе перемѣшиваніе, послѣ ко-

тораго уже вся масса должна быть въ расплавленномъ состоянiи. Жаръ снова усиливаютъ. Если ванна нагрѣта равномѣрно, то олово выпускаютъ изъ печи такой струей, что все количество металла вытекаетъ въ $^3/_4$ часа. Заткнувъ на время выпускное отверстiе, подставляютъ подъ него жолобъ для отвода расплавленныхъ продуктовъ въ формы, сдѣланныя въ пескѣ. Затѣмъ въ выпускномъ отверстiи пробиваютъ глиняную пробку, такъ что шлакъ вытекаетъ весь толстой струей въ песчаныя формы. Продуктами этой плавки являются сырое олово, которое на мѣстѣ носитъ названiе „сырого металла", и, такъ называемые, богатые шлаки.

Плавка богатыхъ шлаковъ ведется здѣсь также въ отражательныхъ печахъ, вопреки распространенной на большинствѣ оловоплавильныхъ заводовъ плавки такихъ шлаковъ въ шахтныхъ печахъ. Для этой цѣли примѣняется или новая, еще не работавшая печь, или же подлежащая ремонту. Въ обоихъ случаяхъ практика показала, что при плавкѣ названныхъ шлаковъ хорошо заполняются, хотя и не на долго, швы и другiя неплотныя мѣста въ поду печи.

Шихта состоитъ изъ 30 центнеровъ богатыхъ шлаковъ, 11 цнтнр. крецовъ, 2,75 цнтнр. желѣзнаго лома, 6 цнтнр. антрацитовой мелочи и 2,4 цнтнр. кораллового камня. Упомянутыя здѣсь крецы суть побочный продуктъ рафинированiя олова.

Послѣ насадки задаютъ сильный жаръ, и спустя не болѣе 3-хъ часовъ масса расплавляется и можно приступить къ перемѣшиванiю. Спустя еще часъ ванна готова къ выпуску. Получается около 800—900 клг. металла съ содержанiемъ 95,5% олова и 1100 клг. бѣдныхъ шлаковъ, содержащихъ около 60% кремнекислоты и не болѣе 2,5% олова въ видѣ кремнекислаго соединенiя; кромѣ того эти шлаки могутъ еще содержать до 10% олова въ видѣ металлическихъ включенiй. Обыкновенно зерна олова содержатся главнымъ образомъ въ первой трети выпущенныхъ шлаковъ, которая и сохраняется отдѣльно. Остальныя двѣ трети идутъ въ отвалъ.

Обработка убогихъ шлаковъ. Упомянутая выше треть полученныхъ шлаковъ, проникнутая зернами олова, по охлажденiи раздробляется, причемъ болѣе значительныя металлическiя части отбираются, а остальное сплавляютъ съ прибавленiемъ угольной мелочи и немного извести. Среднiй составъ насадки въ одну печь обыкновенно бываетъ слѣдующiй: 40 центнеровъ убогихъ шлаковъ, 2,5 центнр. угольной мелочи, 2,5 цнтнр. болѣе крупнаго угля. Все это сплавляется при сильномъ жарѣ также въ отражательной печи и въ концѣ плавки, которая продолжается 5—8 часовъ, массу нѣсколько разъ перемѣшиваютъ, послѣ чего слѣдуетъ спускъ шлака. Металлъ оставляютъ въ печи и выпускаютъ его только каждые 24 или 48 часовъ. Полученный такимъ образомъ металлъ содержитъ 80,5% олова и 19,5 желѣза. Выходъ металла при описанныхъ работахъ очень хорошiй: онъ достигаетъ 98% всего количества олова, заключающагося въ рудѣ.

Какъ уже было упомянуто выше, на другихъ оловоплавильныхъ заводахъ шлаки проплавляются большею частью въ шахтныхъ печахъ, причемъ обыкновенно перерабатываются и всѣ тѣ заводскiе продукты, которые уже не могутъ итти въ качествѣ примѣси въ рудную плавку. И въ этой плавкѣ получающееся олово или, по крайней мѣрѣ, часть его содержитъ значительное количество желѣза.

На оловоплавильномъ заводѣ Робертсона и Бензе въ Тостедтѣ инженеромъ Боне введенъ въ видѣ опыта способъ обработки оловосодержащихъ шлаковъ мокрымъ путемъ, причемъ тѣмъ же путемъ очищается и сильно желѣзистое черное олово. Мелкогранулированный, иногда еще и просѣянный, шлакъ засыпаютъ въ выложенные свинцовыми листами деревянные ящики и здѣсь подвергаютъ обработкѣ горячимъ слабымъ растворомъ сѣрной кислоты.

Процессъ растворенія ускоряется примѣненіемъ, напримѣръ, мѣшалки Кертинга. Сѣрная кислота нагрѣвается быстро до температуры 60—70°, вполнѣ достаточной для разложенія шлака. Достаточно разбавленный и охлажденный щелокъ, въ которомъ олово и желѣзо находятся въ растворѣ, отфильтровываютъ или пропускаютъ черезъ фильтровальный прессъ, послѣ чего изъ раствора олово выдѣляется электролизомъ.

Для полученія олова сухимъ путемъ изъ шлаковъ оловянной рудной плавки къ послѣднимъ приходится прибавлять извѣстное количество металлическаго желѣза. Получается металлическое олово и сплавъ олова съ желѣзомъ, такъ называемая желѣзистая настыль. Послѣдняя находитъ себѣ примѣненіе, какъ извѣстно, лишь въ качествѣ присадки вмѣсто металлическаго желѣза при плавки шлаковъ въ отражательныхъ печахъ. Остальныя настыли складываются въ кучи: олово изъ нихъ сухимъ путемъ не добывается. Раздѣленіе олова и желѣза въ этихъ настыляхъ можно производить попутно съ извлеченіемъ олова изъ щелоковъ, примѣняя настыли эти въ гранулированномъ видѣ въ качествѣ анодовъ при электролизѣ.

Электролитическій способъ, кромѣ вышеприведенныхъ опытовъ Боне съ обработкой шлаковъ, примѣняется исключительно для извлеченія олова изъ жестяныхъ обрѣзковъ. Обрѣзки помѣщаются въ проволочныя корзинки и подвергаются электролизу въ растворахъ ѣдкаго натра или оловяннокислаго натрія, причемъ анодомъ служатъ корзинки съ обрѣзками, а катодомъ желѣзные листы. Жестяные обрѣзки анода освобождаются отъ олова, которое садится на катодахъ въ видѣ кристаллической или губчатой массы. Лишенные олова жестяные обрѣзки сбываются на желѣзодѣлательные заводы, а олово, осѣвшее на катодахъ и отчасти въ самихъ осадительныхъ сосудахъ, которые также могутъ дѣйствовать какъ катоды, послѣ промывки, прессовки и просушки переплавляются на оловянныя соли или на сырое олово. Такое олово отличается обыкновенно нѣкоторымъ содержаніемъ свинца, происходящимъ отъ остатковъ припоя на жестяныхъ обрѣзкахъ.

Полученіе чистаго олова.

Очистка олова, содержащаго большею частью нѣкоторое количество желѣза, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ также свинецъ, мѣдь и вольфрамъ, начинается обыкновенно уже въ передовомъ горну шахтной или отражательной печи, въ которой происходитъ плавка, причемъ выдѣляется часть олова, наиболѣе богатая желѣзомъ. Первое рафинированіе заключается поэтому, главнѣйше, въ, такъ называемомъ, процессѣ зейгерованія, которому подвергаются прежде всего богатые желѣзомъ металлическіе продукты.

Болѣе богатые желѣзомъ сорта сырого олова, какіе получаются, напримѣръ, при различныхъ способахъ шлаковой плавки, расплавляютъ большею частью въ отражательныхъ печахъ при температурѣ темно-краснаго каленія, примѣняя по возможности въ качествѣ горючаго матеріала дерево. Изъ выпускного отверстія, которое въ этомъ случаѣ оставляютъ открытымъ, вытекаетъ чистый сравнительно металлъ съ содержаніемъ олова до 99,5%. Этотъ металлъ вмѣстѣ съ чистымъ металломъ, выплавленнымъ изъ руды, идетъ въ дальнѣйшую обработку, а оставшіяся въ печи зейгерныя крецы съ содержаніемъ около 65% олова и 25% желѣза вынимаются и идутъ въ шлаковую плавку.

При рафинированіи болѣе чистаго олова исходятъ или отъ жидкаго металла или же отъ твердаго. Въ первомъ случаѣ олово вычерпывается изъ передового горна той печи, въ которой оно получено, и наливается на наклонный гердъ, покрытый раскаленными древесными угольями. Къ нижнему концу герда примыкаетъ собирательное гнѣздо, куда стекаетъ металлъ, прошедшій черезъ раскаленные уголья. Эту операцію повторяютъ до тѣхъ поръ,

тійскій, англійскій, тарновицкій, французскій, или бретанскій, и наконецъ способъ горновой.

Каринтійскій способъ. Главныя отличительныя черты этого процесса суть: примѣненіе небольшихъ печей, слѣдовательно, и малыхъ насадокъ, работа при низкой температурѣ и раздѣленіе періодовъ обжиганія и періода возстановленія. Небольшія отражательныя печи имѣютъ наклонный подъ и топку, занимающую всю длину пода. Насадку руды въ количествѣ 150 до 200 килогр. кладутъ въ печь, нагрѣтую до слабо-краснаго каленія, огонь поддерживаютъ слабый, чтобы во время всего періода обжиганія масса оставалась тѣстообразной. Въ это время ее часто перемѣшиваютъ. Спустя часа три жаръ усиливаютъ при энергичномъ перемѣшиваніи массы, послѣ чего начинается выдѣленіе свинца, который скопляется передъ печью въ особыхъ сосудахъ. Этотъ періодъ, во время котораго происходитъ вышеупомянутая реакція возстановленія свинца, продолжается часа четыре, послѣ чего остатки извлекаются изъ печи. Затѣмъ дѣлается новая насадка, процессъ ведется, какъ и предыдущій, а остатокъ присоединяется къ остатку отъ предыдущаго процесса для совмѣстнаго извлеченія содержащагося еще въ нихъ свинца.

Для этой цѣли нагрѣтую въ достаточной степени массу посыпаютъ угольнымъ порошкомъ и хорошо перемѣшиваютъ. Углеродъ возстановляетъ окись свинца въ металлическій свинецъ, сѣрнокислыя соли въ сѣрнистыя соединенія, послѣднія же въ свою очередь дѣйствуютъ на окислы и сѣрнокислыя соединенія, результатомъ чего получаются новыя количества металлическаго свинца. Смотря по количеству остатковъ операція эта длится отъ 4 до 8 часовъ. Содержаніе свинца въ остаткахъ отъ этой операціи составляетъ около 10%. Масса выгружается изъ печи и содержаніе въ ней металла доводится обогащеніемъ до 50%, послѣ чего она снова поступаетъ въ обработку.

Расходъ горючаго составляетъ приблизительно 6,5 куб. метра дровъ на тонну полученнаго свинца. Въ сутки при этомъ задолжается 2—3 человѣка. Общій выходъ свинца составляетъ 95%.

Способъ этотъ въ настоящее время примѣняется еще въ Раиблѣ въ Каринтіи, въ Engis въ Бельгіи, а также на нѣкоторыхъ свинцовоплавильныхъ *заводахъ въ Миссури. Какъ на преимущества этого способа указываютъ на* незначительную потерю свинца отъ улетучиванія, малую потерю свинца въ остаткахъ, чистоту металла. Недостатками этого способа является значительный расходъ горючаго и рабочихъ рукъ.

Англійскій способъ. Полною противоположностью каринтійскаго способа является англійскій способъ. Здѣсь работаютъ въ большихъ печахъ, слѣдовательно съ большими насадками, примѣняютъ сразу высокую температуру, такъ что процессы обжиганія и возстановленія здѣсь происходятъ одновременно.

Плавка ведется также въ отражательныхъ печахъ. Печи эти снабжены зумпфомъ въ поду и еще передовымъ зумпфомъ на одной изъ длинныхъ сторонъ печи. На каждой изъ длинныхъ сторонъ имѣются 2—3 рабочихъ окошка. Длина пода — около 3 метровъ, ширина — 2,5 метра. Насадка вѣсомъ въ 5000 кгл. составляетъ на поду слой въ 150 миллим. Какъ уже было упомянуто, задаютъ съ самаго начала жаръ выше, чѣмъ при каринтійскомъ способѣ, такъ что выдѣленіе свинца начинается одновременно съ обжиганіемъ. Когда выдѣленіе свинца начинаетъ убывать, закрываютъ рабочія окна, которыя во время періода обжиганія оставались открытыми для перемѣшиванія массы. Продукты окисленія и неразложенныя сѣрнистыя соединенія на нѣкоторое время предоставляются самимъ себѣ, причемъ усиливаютъ жаръ. Образующіеся при окисленіи легкоплавкіе шлаки, преграждая доступъ воз-

духа къ рудѣ, содѣйствуютъ указанному процессу возстановленія кислородныхъ соединеній свинца неразложившимся сѣрнистымъ свинцомъ. Послѣ этой паузы присаживаютъ негашеной извести и перемѣшиваютъ массу, чтобы затѣмъ снова произвести обжиганіе. Послѣ этого получающіеся въ незначительномъ количествѣ остатки выгружаютъ изъ печи. Для обработки значительнаго количества такихъ богатыхъ свинцомъ остатковъ необходимо примѣненіе особыхъ шахтныхъ печей. Кромѣ того свинецъ получается сравнительно нечистымъ.

Весь процессъ продолжается отъ 5 до 9 часовъ. Расходъ горючаго, именно каменнаго угля, составляетъ 50—80% по вѣсу свинца. Преимуществами этого способа является незначительный расходъ на рабочія руки и горючее. Недостатки его — большая потеря металла отъ улетучиванія, для избѣжанія которой требуются дорого стоющія конденсаціонныя устройства.

Тарновицкій способъ. Тарновицкій способъ представляетъ собою смѣсь каринтійскаго и англійскаго способовъ. Работу ведутъ въ большихъ печахъ. Способъ же работы — каринтійскій. Служащія для этой цѣли отражательныя печи имѣютъ въ длину 5 метровъ и ширину пода около 3,5 метровъ.

Насадка дѣлается вѣсомъ отъ 2 до 3,5 тоннъ, толщина слоя на поду — около 100 миллим. При температурѣ около 600° обжигъ длится отъ 4 до 6 часовъ, причемъ перемѣшиваніе производится разъ 8—10, послѣ чего слѣдуетъ процессъ возстановленія, который продолжается приблизительно 7—8 часовъ. Выпускъ металла производится обыкновенно вначалѣ каждые 1½ часа, потомъ каждый часъ. Первый выпускъ, такъ называемый „дѣвственный свинецъ" (Jungfernblei), отличается отъ остального металла очень высокимъ содержаніемъ серебра, а также отсутствіемъ остальныхъ примѣсей, содержащихся въ рудѣ. Въ печи неизбѣжно остается значительное количество богатыхъ свинцомъ остатковъ, которые по окончаніи процесса приходится обработывать особо. Они составляютъ около 3% всей насадки и содержатъ свинца часто свыше 50%. Въ составъ ихъ входятъ окись свинца, сѣрнокислый свинецъ, силикаты свинца, окись цинка, известь и др.

Выходъ свинца въ такихъ печахъ составляетъ не больше 50%. Остальное же количество этого металла извлекается переработкой остатковъ въ спеціальныхъ шахтныхъ печахъ съ присадкой известняка, желѣзистыхъ и свинцовыхъ шлаковъ. Общій выходъ свинца доводятъ такимъ образомъ до 95—96%. Расходъ горючаго составляетъ приблизительно 40 кгл. каменнаго угля на 100 кгл. руды. Способъ этотъ примѣняется на заводѣ Фридрихсгютте въ Тарновицѣ, въ Верхней Силезіи и на заводахъ Блейберга въ Бельгіи. По сравненію съ англійскимъ способомъ тарновицкій имѣетъ слѣдующія преимущества: незначительная потеря свинца отъ улетучиванія, малый расходъ горючаго и рабочихъ рукъ, чистый свинецъ. Недостатки же англійскаго способа, именно большое количество богатыхъ свинцомъ остатковъ, при описанномъ способѣ не устраняются.

Французскій или бретанскій способъ. Этотъ способъ представляетъ собою видоизмѣненіе каринтійскаго процесса, сдѣланное съ цѣлью примѣненія этого процесса къ обработкѣ рудъ съ значительнымъ содержаніемъ кремнекислоты. Для этого примѣнялись большія печи съ большими насадками. Далѣе была увеличена продолжительность обжига, что способствовало обильному образованію сѣрнокислаго свинца и окиси свинца, причемъ часть послѣдней возстановлялась непосредственно прибавляемымъ къ шихтѣ углемъ. Сѣрнокислый свинецъ возстановлялся отчасти въ сѣрнистый свинецъ, который въ свою очередь дѣйствовалъ на окись свинца и его сѣрнокислую соль по приведенной выше реакціи. Французскій способъ нигдѣ не сохранился. Необходимая для хода реакцій высокая температура вызывала большія потери свинца отъ улетучиванія. Печи сильно страдали, и потому

способъ этотъ всюду былъ оставленъ и замѣненъ способомъ обжигательно-возстановительнымъ.

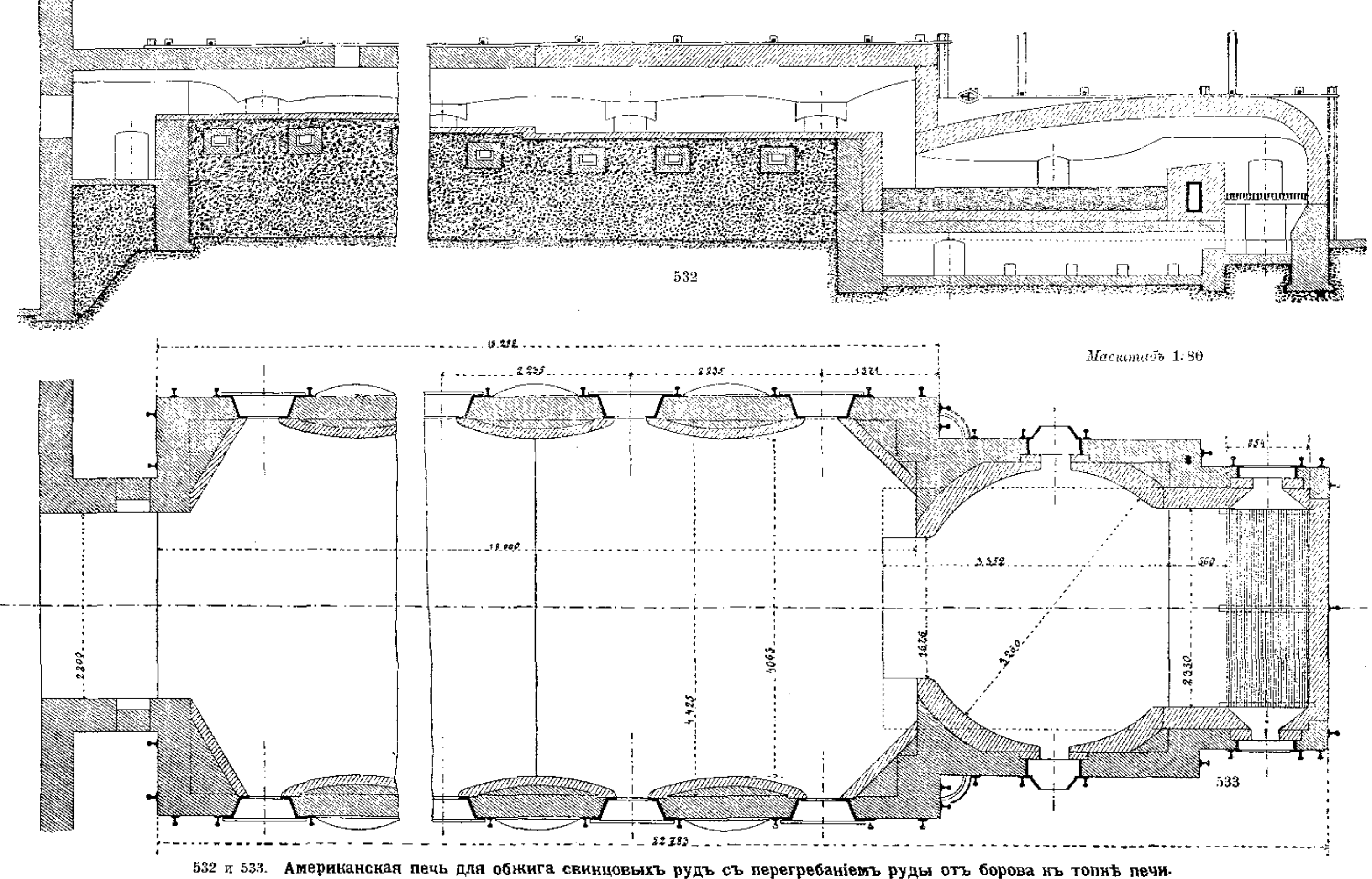
Горновой способъ. Способы плавки въ горну представляютъ собой переходъ къ обжигательно-возстановительному способу. Процессъ ведется въ такъ называемомъ горну, который можно представить себѣ въ видѣ кузнечнаго горна большихъ размѣровъ. Руда съ примѣсями и горючимъ матеріаломъ, которымъ служитъ древесный уголь, всплываетъ на поверхность свинца въ тигельномъ горну. Со стороны задней стѣнки въ массу вдуваютъ струю воздуха. Кромѣ возстановленія свинца сѣрнистымъ свинцомъ, которое наблюдалось въ другихъ способахъ этой категоріи, здѣсь происходитъ еще непосредственное возстановленіе окиси свинца углеродомъ въ металлическій свинецъ. Горновой способъ находитъ себѣ еще примѣненіе въ немногихъ шотландскихъ заводахъ и на нѣкоторыхъ свинцовоплавильныхъ заводахъ въ Соед. Штатахъ Сѣв. Америки.

Способъ **обжигательно-возстановительный** является самымъ распространеннымъ, что объясняются его примѣнимостью ко всѣмъ почти рудамъ. Процессъ обжиганія здѣсь такой-же, какъ и при разсмотрѣнныхъ выше способахъ, съ тою лишь разницею, что въ концѣ обжиганія образовавшіяся во время его сѣрнокислыя соли свинца разлагаются кремнекислотой, которая или содержится уже въ рудѣ, или же спеціально прибавляется для этой цѣли. Такое разложеніе сѣрнокислыхъ соединеній кремнекислотой имѣетъ цѣлью устраненіе всѣхъ сѣрнистыхъ соединеній; оставшіяся сѣрнокислыя соли во время послѣдующаго возстановительнаго процесса возстановлялись бы снова въ сѣрнистыя соединенія. Въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ однако это разложеніе сѣрнокислыхъ соединеній не допустимо, а именно, съ одной стороны, при значительномъ содержаніи въ рудахъ мѣди и серебра, съ другой — при очень убогихъ и нечистыхъ свинцовыхъ рудахъ. Содержащаяся въ рудѣ мѣдь должна вся скопиться въ такъ называемомъ штейнѣ, для образованія котораго необходимо присутствіе сѣрнистыхъ соединеній. Далѣе, серебро при той температурѣ, при которой производится разложеніе сѣрнокислыхъ солей кремнекислотой, улетучивалось бы въ очень значительныхъ количествахъ. Убогія свинцовыя руды, содержащія большею частью цинковую обманку и сѣрный колчеданъ, должны быть подвергнуты предварительному обжиганію, причемъ цинкъ удаляется въ видѣ сѣрнокислой соли. Если въ такихъ рудахъ цинкъ оставить, то онъ препятствовалъ бы плавкѣ образованіемъ настылей и трудноплавкихъ силикатовъ.

Процессы обжиганія и возстановленія ведутся всегда отдѣльно. Выборъ печи для обжиганія зависитъ всецѣло отъ природы свинцовыхъ рудъ. Руды весьма убогія обжигаются обыкновенно въ кучахъ или стойлахъ и другихъ устройствахъ, которыя подробнѣе будутъ разсмотрѣны въ отдѣлѣ о мѣди.

Продолжительность обжига, въ виду необходимости поддерживать очень низкую температуру, способствующую образованію сѣрнокислаго цинка, бываетъ очень значительна. Обжигъ длится въ общемъ отъ 6 до 10 мѣсяцевъ и распадается на 2—3 періода, изъ которыхъ первый длится 6—7 мѣсяцевъ, второй 6—8 недѣль и третій 4—6 недѣль. Послѣ каждаго періода куча перемѣшивается и послѣ окончанія обжига выщелачивается водой или разбавленной кислотой.

Болѣе чистыя свинцовыя руды обжигаются всегда въ отражательныхъ печахъ, такъ называемыхъ, печахъ съ поступательнымъ перегребаніемъ (Fortschaufelungsöfen). Это — печи съ очень длиннымъ подомъ, до 18 метр. длины при 2,5—4 метр. ширины. Смотря по длинѣ печи, на одной или на обѣихъ длинныхъ сторонахъ находится 5—8 рабочихъ оконъ. Вмѣсто такихъ печей съ длиннымъ подомъ предлагались также, въ видахъ экономіи, печи съ двумя подами, расположенными другъ надъ другомъ въ видѣ этажей.



532 и 533. **Американская печь для обжига свинцовыхъ рудъ съ перегребаніемъ руды отъ борова къ топкѣ печи.**

Такія печи однако оказались хуже первыхъ. Засыпка матеріаловъ производится на концѣ, удаленномъ отъ топки, слѣдовательно вблизи боровка. Насадка, смотря по величинѣ печи, бываетъ вѣсомъ отъ $^1/_2$ до $1^1/_2$ тоннъ. Руда въ такой печи постепенно перегребается по направленію къ пламенному окошку. На этомъ пути происходитъ сначала подогрѣвъ, затѣмъ обжиганіе и, наконецъ, если требуется, разложеніе образовавшихся сѣрнокислыхъ солей. Вблизи пламеннаго порога, слѣдовательно въ наиболѣе нагрѣтой части печи, гдѣ происходитъ окончаніе процесса разложенія, обожженный матеріалъ каждые 3—6 часовъ выгребаютъ, матеріалъ обжигаемый продолжаютъ перегребать по направленію къ пламенному порогу, а на освободившееся мѣсто дѣлаютъ новую засыпку. Въ печи одновременно помѣщается отъ 5 до 7 засыпокъ. Производительность печи колеблется, смотря по ея конструкціи, между 4 и 15 тоннами въ сутки. Расходъ горючаго (каменнаго угля) составляетъ 15—38% по вѣсу руды.

Когда необходимо произвести разложеніе сѣрнокислыхъ соединеній, продукты обжиганія вблизи пламеннаго порога должны быть подвергнуты плавильному жару; такое обжиганіе называютъ обжиганіемъ со шлакованіемъ. При рудахъ, не требующихъ разложенія сѣрнокислыхъ соединеній, сплавленія матеріала въ самой горячей части печи слѣдуетъ тщательно избѣгать. Руду доводятъ только до спеканія и называютъ въ такомъ случаѣ этотъ процессъ обжиганіемъ со спеканіемъ, или же стараются получить сухой порошковатый продуктъ, и обжиганіе въ этомъ случаѣ носитъ названіе обжиганія на порошокъ.

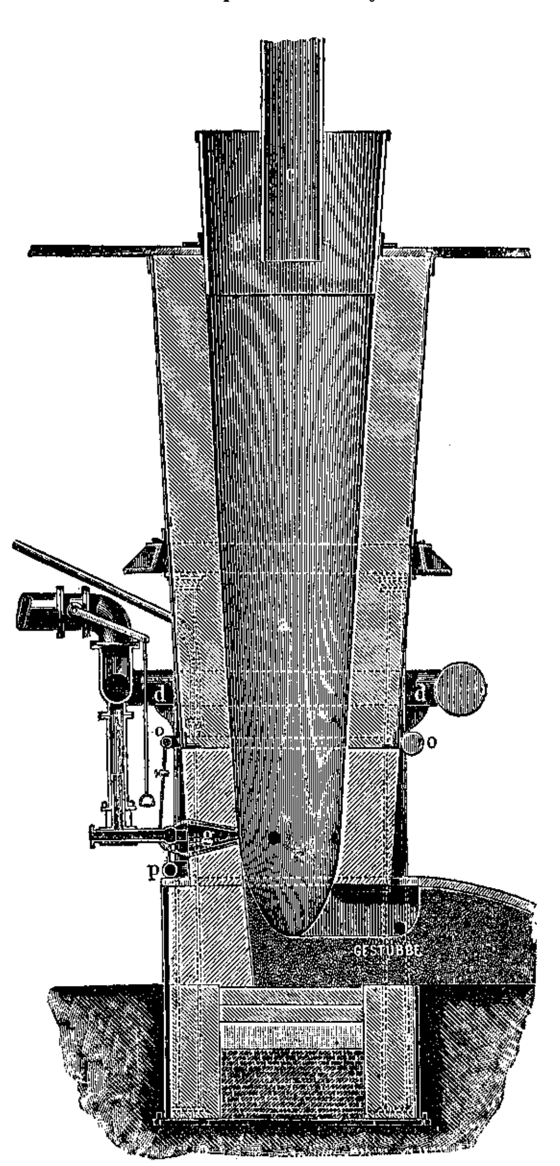
Въ составъ продуктовъ обжига входятъ слѣдующія соединенія: окись свинца, кремнекислый свинецъ, сѣрнокислый свинецъ, сѣрнистый свинецъ и аналогичныя соединенія прочихъ металловъ, если таковыя имѣются въ рудѣ, соединенія мышьяковокислыя, сурьмянокислыя, неразложенная пустая порода, сѣрнокислый барій и кремнекислота.

Для возстановительной плавки издавна примѣнялись шахтныя печи. Изъ нихъ печи самодувныя, а также печи съ дутьемъ, въ которыхъ колошниковые газы высасывались пароструйнымъ приборомъ, оказались для означенной плавки совершенно непригодными. Старинные гарцовскіе круммофены уже давно тамъ оставлены. Одна изъ старѣйшихъ печей сохранилась еще въ Штольбергѣ. Штольбергская свинцовоплавильная печь имѣетъ трапецоидальное сѣченіе. На сторонѣ, соотвѣтствующей основанію трапеціи, помѣщаются пять фурмъ. Задѣлка горна — черезъ зумпфъ; общая высота печи около 6 м.

Новѣйшія шахтныя печи, примѣняемыя на свинцовоплавильныхъ заводахъ Европы, имѣютъ горизонтальное сѣченіе — круглое. Всѣ онѣ построены по типу фрейбергской печи Пильца. Шахтныя печи Пильца съ круглымъ сѣченіемъ имѣютъ общую высоту около 5—9 м., при діаметрѣ въ плоскости фурмъ въ 1,4—1,5 м. Шахта, сложенная внутри суживающагося книзу желѣзнаго кожуха, покоится при посредствѣ чугуннаго кольца на колоннахъ. Горнъ, состоящій отчасти изъ кирпичной кладки, отчасти изъ набойки, заключенъ въ чугунный ящикъ. Надъ горномъ устанавливается, такъ называемая, водяная одежда, состоящая изъ полыхъ сегментовъ; высота каждаго сегмента 400—500 мм., ширина 400 мм. Вся одежда составлена изъ 8—12 такихъ сегментовъ. Приблизительно по серединѣ каждаго сегмента помѣщается фурма, въ которую входитъ сопло.

Конструкція печей, примѣняемая на заводахъ Верхняго Гарца, также совершенно подобна фрейбергской, только сѣченіе въ плоскости фурмъ меньше, именно среднимъ числомъ 900 мм. Разстояніе отъ плоскости фурмъ до колошника дѣлали прежде 3—4 м., въ настоящее время его дѣлаютъ въ 5 м. Соотвѣтственно этому примѣняютъ и упругость дутья въ 50—63 мм. высоты

ртутнаго столба противъ прежней упругости въ 24—40 мм. Круглое сѣченіе имѣетъ то преимущество, что при наименьшемъ периметрѣ оно даетъ наибольшую площадь для совершенія реакцій. Поэтому потеря отъ лучеиспусканія въ этомъ случаѣ минимальная. Распредѣленіе дутья и тепла очень равномѣрное. Но сѣченіе печи и вмѣстѣ съ тѣмъ ея производительность очень ограничены. Дѣлать діаметръ печи значительно больше одного метра металлурги считаютъ нецѣлесообразнымъ. Во Фрейбергѣ однако работаютъ при діаметрѣ сѣченія въ плоскости фурмъ = 1500 мм. весьма удовлетворительно. На американскихъ заводахъ рѣдко идутъ выше 900 мм. Только очень немногіе конструкторы доходили до 42″ = 1060 мм.



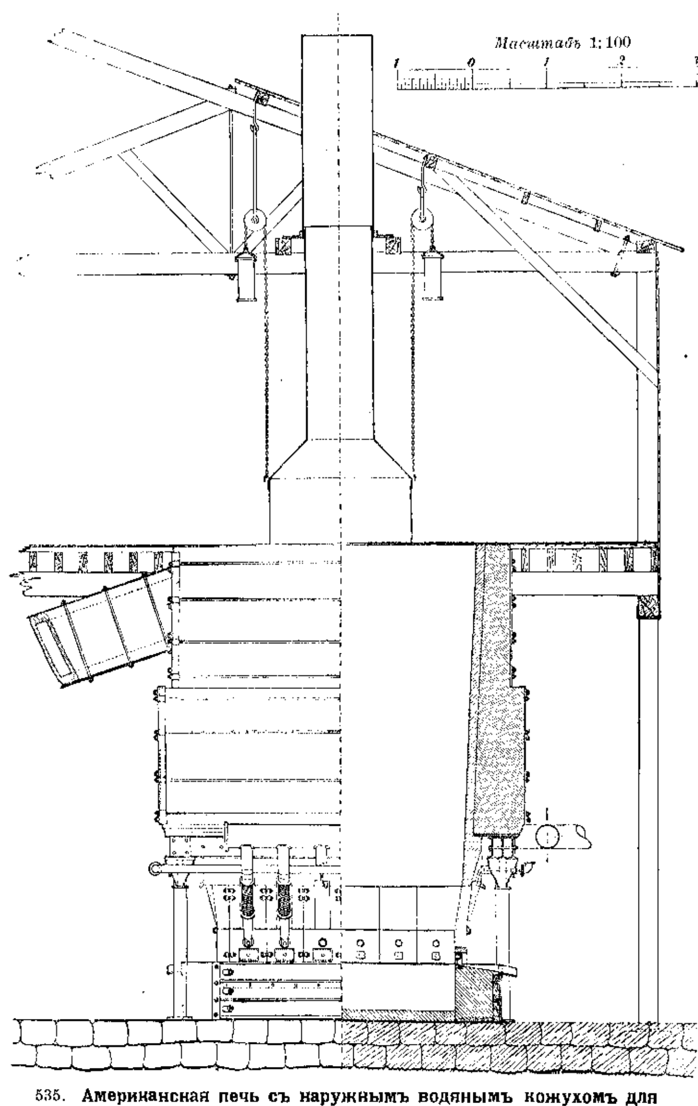
534. **Верхнегарцевская печь для плавки свинцовыхъ рудъ.** Вертикальный разрѣзъ. Масштабъ 1 : 60

При увеличеніи сѣченія печи должна быть увеличена и упругость дутья, что въ свою очередь влечетъ за собою опасность повысить поясъ плавленія, такъ что кладка сильно страдаетъ и высота печи оказывается недостаточною. Круглымъ печамъ большого діаметра ставятъ въ вину еще и то обстоятельство, что, хотя онѣ при діаметрѣ въ 1,5 м. и даютъ вполнѣ удовлетворительные результаты, но для обыкновеннаго числа рабочихъ производительность ихъ слишкомъ велика, а для двойного числа — слишкомъ мала.

Поэтому для увеличенія производительности въ Америкѣ, гдѣ стоимость рабочихъ рукъ значительно выше, чѣмъ въ Европѣ, перешли къ давно уже извѣстному на европейскихъ заводахъ и созданному на Уралѣ нашимъ инженеромъ генераломъ Рашетомъ типу печей съ прямоугольнымъ или овальнымъ сѣченіомъ, въ которыхъ фурмы помѣщаются на длинныхъ сторонахъ въ разстояніяхъ 900 мм. другъ противъ друга. Длина горизонтальнаго сѣченія доходитъ до 3 м. въ плоскости фурмъ. Высота печи, выше плоскости фурмъ, 4—5 м. Въ такихъ печахъ, при упругости дутья въ 25—40 мм. ртутнаго столба и діаметрѣ сопелъ въ 80 мм., проплавляютъ въ 12 часовъ около 60 тоннъ шихты, соотвѣтствующихъ 45 тоннамъ руды. На прочномъ фундаментѣ, устройство котораго зависитъ отъ свойствъ грунта, устанавливаютъ сначала четыре чугун-

ныхъ колонны, на нихъ кладутъ раму изъ двутавровыхъ балокъ, прочно склепанныхъ между собою, на эту раму — чугунную плиту, на которой и возводится кладка шахты.

Колошникъ этихъ печей не имѣетъ затвора, подобно чугуноплавильнымъ шахтнымъ печамъ, а покрытъ лишь чугунной плитой, въ которой вырѣзано необходимое для засыпки матеріаловъ отверстіе, снабженное иногда воронкой. Въ то время, какъ въ нѣмецкихъ печахъ для отвода колошниковыхъ газовъ примѣняется большею частью центральная труба, въ американскихъ раштовскихъ печахъ газы отводятся каналами, проходящими подъ колошниковой площадкой въ пылеуловительныя камеры, причемъ помощью задвижекъ регулируютъ тягу такъ, чтобы газы и пары изъ колошника не выходили и чтобы въ то же время сверху всасывалось какъ можно меньше воздуха. Когда шахта готова, устраиваютъ горнъ, который располагается въ настоящее время выше уровня заводскаго пола, а не углубляется въ почву, какъ въ старыхъ нѣмецкихъ печахъ. Въ основаніе горна кладутъ чугунную плиту и на ней устанавливаютъ боковыя стѣнки, состоящія также изъ чугунныхъ плитъ съ футеровкой изъ огнеупорнаго кирпича.



535. **Американская печь съ наружнымъ водянымъ кожухомъ для плавки свинцовыхъ рудъ.**

Нѣмецкія печи имѣютъ большею частью тигельную или зумпфовую задѣлку, тогда какъ горнъ американскихъ раштовскихъ печей снабженъ сифонной задѣлкой, — такъ называемой задѣлкой Арендта. Выше горна слѣдуетъ водяная одежда, состоящая большею частью изъ такого числа сегментовъ, сколько въ печи фурмъ. На короткихъ сторонахъ американскихъ

печей вмѣсто воздушныхъ фурмъ помѣщаются только шлаковыя. Въ этомъ случаѣ число сегментовъ водяной одежды на два превосходитъ число воздушныхъ фурмъ. По установкѣ водяной одежды, состоящей изъ клепаныхъ желѣзныхъ коробокъ, сверху отчасти открытыхъ, остальная часть надъ нею до готовой уже шахты задѣлывается кирпичной кладкой.

Изъ прочихъ представленныхъ на чертежѣ частой печи упомянемъ еще о воздухопроводной трубѣ съ ея отвѣтвленіями, фурменными трубками, концы которыхъ — сопла, вставляются въ фурмы печи. Далѣе слѣдуютъ водопроводныя трубы, которыя проводятъ воду къ охлаждаемымъ ею частямъ наружнаго кожуха печи и отводятъ изъ нихъ нагрѣтую воду. Трубы эти дѣлаются легко разнимающимися, чтобы онѣ не мѣшали замѣнѣ испортившихся частей кожуха новыми.

Въ нѣмецкихъ печахъ со шнуровой задѣлкой расплавленный свинецъ спускался по особому отверстію, расположенному въ самой глубокой части горна въ особый передовой горнъ. Въ печахъ съ задѣлкой Арендта свинецъ вычерпывается изъ расширенной верхней части трубы, въ которую онъ попадаетъ изъ горна. Эти части трубы носятъ спеціальное названіе источника свинца.

Шлаки стекаютъ по особой, расположенной нѣсколько выше верхняго края горна печи шлаковой фурмѣ, которая въ печахъ новѣйшаго устройства дѣлается также съ двойными стѣнками и охлаждается циркулирующею между ними водою. Изъ шлаковой фурмы шлаки попадаютъ на наклонный жолобъ и по нему отводятся наружу, или же по короткому желѣзному жолобу стекаютъ въ подставленныя шлаковыя телѣжки, въ которыхъ уже отвозятся изъ фабричнаго зданія. Если шлаки содержатъ шпейзу и штейнъ, то послѣдніе по остываніи массы легко отдѣляются другъ отъ друга и отъ окружающаго ихъ шлака и идутъ въ новую плавку, равно какъ и шлаки съ включеніями небольшихъ зеренъ штейна и шпейзы, которые не могли быть отдѣлены отъ шлака.

Третій способъ плавки свинцовыхъ рудъ — плавка съ осадительными примѣсями, примѣняется только къ рудамъ, содержащимъ не слишкомъ большое количество сѣрнистыхъ соединеній другихъ металловъ. Въ качествѣ примѣси для осажденія рудъ примѣняются желѣзная ломь или кислородныя соединенія желѣза, послѣднія съ прибавкою возстановляющихъ веществъ.

Плавка основана на вытѣсненіи свинца изъ его сѣрнистыхъ соединеній желѣзомъ по реакціи $PbS + Fe = FeS + Pb$. Свинцовый блескъ вмѣстѣ съ указанными примѣсями проплавляется въ шахтныхъ печахъ описанной выше конструкціи; продуктами плавки служитъ свинецъ, окруженный оболочкою сѣрнистаго желѣза. Слѣдуетъ замѣтить, что сѣрнистое желѣзо растворяетъ часть содержащагося въ шихтѣ свинцоваго блеска, почему шихту составляютъ всегда съ избыткомъ этого соединенія и въ результатѣ получаютъ кромѣ свинца, богатый этимъ металломъ штейнъ.

Штейнъ обжигается въ небольшихъ шахтныхъ печахъ системы Кильнсъ, причемъ выдѣляется сѣрнистый газъ и получается продуктъ, состоящій изъ окиси свинца и желѣза, обрабатываемый на свинецъ.

Сѣрнистымъ газомъ можно пользоваться для приготовленія сѣрной кислоты, что выгодно отличаетъ этотъ способъ отъ другихъ способовъ плавки свинцовыхъ рудъ, при которыхъ нельзя доводить обжига свинцоваго блеска до полученія глёта, вслѣдствіе легкоплавкости этого послѣдняго. Далѣе обжигъ здѣсь можно вести съ малымъ избыткомъ кислорода и получить такимъ образомъ газы, почти не содержащіе кислорода и не оказывающіе вреднаго вліянія на свинцовую одежду камеръ, для приготовленія сѣрной кислоты.

Данный способъ является особенно пригоднымъ для плавки свинцовыхъ рудъ, содержащихъ мѣдь. По причинѣ большого своего сродства къ сѣрѣ мѣдь собирается въ штейнѣ, и мы получаемъ продуктъ, достаточно богатый мѣдью въ томъ даже случаѣ, если взятая для плавки руда содержала небольшое количество этого металла.

Къ другимъ преимуществамъ даннаго способа относится хорошій выходъ свинца и серебра при плавкѣ, возможность обжиганіемъ штейна и послѣдующимъ возстановленіемъ окиси желѣза получить вновь необходимое для плавки желѣзо. Къ его недостаткамъ относится большой расходъ горючаго, необходимый для полученія высокой температуры, при которой возможна описанная выше реакція вытѣсненія свинца желѣзомъ и, какъ слѣдствіе этой высокой температуры, значительная потеря свинца отъ улетучиванья и быстрое изнашиванье печей.

Получающійся при всѣхъ описанныхъ выше плавкахъ черный свинецъ содержитъ много примѣсей, въ числѣ которыхъ встрѣчаются мѣдь, серебро, золото, желѣзо, никкель, кобальтъ, цинкъ, висмутъ, мышьякъ и сурьма и другія, почему онъ нуждается въ рафинированіи. Такъ какъ, однако, цѣлью рафинированія служитъ часто извлеченіе изъ свинца благородныхъ металловъ и особенно серебра, то представляется болѣе умѣстнымъ отнести описаніе различныхъ способовъ рафинированія въ статью о серебрѣ, что мы и сдѣлаемъ. Здѣсь же скажемъ только, что мѣдь отдѣляется отъ свинца зейгерованіемъ, золото и серебро окислительною плавкою предварительно обогащеннаго содержаніемъ этихъ металловъ продукта, примѣси же желѣза, никкеля, кобальта, цинка, а также мышьяка, сурьмы, висмута и другихъ тѣлъ окислительною плавкою при пропусканіи струи перегрѣтаго пара.

* *
*

Свинецъ (Pb, атомный вѣсъ 206, уд. в. 11,6) представляетъ собою синевато-сѣрый металлъ, отличающійся малою ковкостью, но большою тягучестью; свинецъ мягокъ и легко рѣжется ножемъ, плавится при 330°, а при бѣлокалильномъ жарѣ быстро испаряется, хотя испареніе начинается уже при температурѣ краснаго каленія. Расплавленный свинецъ хорошо растворяетъ металлы, особенно золото и серебро.

При обыкновенной температурѣ свинецъ хорошо сопротивляется дѣйствію на него различныхъ реагентовъ. На воздухѣ свинецъ покрывается пленкой окисловъ и основныхъ углекислыхъ солей, которыя предохраняютъ металлъ отъ дальнѣйшаго окисленія. Также точно и при дѣйствіи на свинецъ сѣрной и соляной кислотъ металлъ покрывается пленкой нерастворимыхъ въ кислотѣ солей свинца и далѣе уже не подвергается дѣйствію кислотъ. Азотная кислота хорошо растворяетъ свинецъ съ образованіемъ растворимой въ водѣ соли. Точно также дѣйствуютъ на свинецъ многія органическія кислоты, если только вести реакцію при доступѣ кислорода воздуха, соединяющагося съ водородомъ въ воду. Съ кислородомъ свинецъ образуетъ два соединенія, окись и перекись свинца (PbO и PbO_2), изъ которыхъ первое играетъ роль основанія и образуетъ съ кислотами соли, а второе роль ангидрида и образуетъ съ металлическими окисями соли этихъ металловъ отъ свинцовой кислоты составъ $H_4 PbO_4$. Изъ этихъ солей замѣчательна соль свинца отъ свинцовой кислоты, состава $Pb_2 PbO_4 = Pb_3 O_4$.

Благодаря своей легкоплавкости, свинецъ находитъ себѣ обширное примѣненіе для отливки различныхъ украшеній, для приготовленія пуль, дроби, для приготовленія кабельной оболочки, для заливки стыковъ трубъ и т. п. цѣлей. Далѣе, благодаря способности растворять металлы, свинецъ имѣетъ большое значеніе для металлургіи золота и серебра и для приготовленія различныхъ сплавовъ. Наконецъ, благодаря своимъ химическимъ свойствамъ,

свинецъ примѣняется въ обширныхъ размѣрахъ для приготовленія свинцовыхъ сосудовъ, обшивки камеръ, въ которыхъ производятся различные химическіе процессы и для изготовленія аккомуляторовъ.

Сурьма.

Изъ различныхъ сурьмяныхъ рудъ наибольшее значеніе для техники имѣютъ: сурьмяный блескъ — по составу сѣрнистая сурьма ($Sb_2 S_3$) и сурьмяные цвѣты — окись сурьмы $Sb_2 O_3$. Въ зависимости отъ чистоты, богатства и состава этихъ рудъ для ихъ обработки примѣняются возстановительная плавка или плавка съ осажденіемъ сурьмы какими либо примѣсями, или, наконецъ, осажденіе сурьмы изъ растворовъ помощью гальваническаго тока.

Раньше пользовалось большимъ распространеніемъ обогащеніе рудъ, содержащихъ сурьмяный блескъ, зейгерованіемъ. Руда нагрѣвалась въ сосудахъ съ продыравленнымъ дномъ, или вовсе безъ дна, суживающихся книзу, чтобы въ нихъ могли задерживаться крупные куски руды. Легкоплавкій сурьмяный блескъ вытапливался изъ руды и стекалъ въ подставленный ниже пріемникъ. Описанный способъ примѣняется и въ настоящее время въ тѣхъ случаяхъ, когда рѣчь идетъ о полученіи чистаго сурьмянаго блеска, находящаго себѣ обширный сбытъ на химическіе заводы, для приготовленія различныхъ сурьмяныхъ препаратовъ. Для очистки же сурьмянаго блеска съ цѣлью извлеченія изъ него металлической сурьмы, зейгерованіе въ настоящее время уже не примѣняется. Въ остаткахъ процесса содержится еще около 20% сурьмы, извлеченіе которой изъ этихъ остатковъ представляетъ еще большія трудности, чѣмъ выплавка этого металла изъ сырой руды.

Полученіе сырой сурьмы.

Возстановительная плавка. Возстановительная плавка для полученія металлической сурьмы примѣняется непосредственно только для обработки естественныхъ и искусственно получаемыхъ кислородныхъ соединеній этого металла. По способу своего производства и характеру примѣняемыхъ при ней приборовъ плавка эта вполнѣ аналогична съ подобной же плавкой висмутовыхъ рудъ. Плавка ведется въ отражательныхъ печахъ такого же устройства, какъ и печи, примѣняемыя при плавкѣ висмутовыхъ рудъ. Шихта, какъ и при этой плавкѣ, составляется изъ руды и различныхъ примѣсей, каковыми служатъ: шлаки отъ предыдущихъ плавокъ, сода, поваренная соль, сульфатъ натрія и уголь. Составъ шихты долженъ быть, конечно, сообразованъ съ составомъ и свойствомъ руды и при надлежащемъ составѣ шихты и способѣ веденія плавки послѣдняя является весьма пригодною даже для извлеченія сурьмы изъ убогихъ рудъ и заводскихъ продуктовъ этого металла.

Сѣрнистыя и имъ подобныя соединенія сурьмы непосредственно для этой плавки непригодны и нуждаются въ предварительномъ обжигѣ съ цѣлью перевода ихъ въ кислородныя соединенія. Обжигъ производится двумя способами, въ зависимости отъ того, желаютъ ли получить чистую окись сурьмы, которая находитъ себѣ примѣненіе въ химической промышленности, какъ матеріалъ для приготовленія различныхъ красокъ, или же цѣлью обжига служитъ только подготовка сѣрнистыхъ рудъ, для извлеченія изъ нихъ сурьмы возстановительною плавкою. Въ первомъ случаѣ обжигъ необходимо вести крайне осторожно, стараясь перевести всю сурьму въ окись $Sb_2 O_3$ и отогнать послѣднюю возгонкою. Во второмъ случаѣ въ такой осторожности нѣтъ нужды: обжигъ можно вести въ отражательныхъ печахъ при избыткѣ воздуха. При этомъ часть сурьмы окисляется въ окись, которая улавливается въ особыхъ камерахъ, находящихся въ дымовыхъ ходахъ печи, часть же окисляется избыткомъ кислорода въ нелетучую сурьмянокислую соль окиси сурьмы и остается въ печи. Полученный остатокъ или обжигаютъ для не-

ревода его въ окись сурьмы, или пускаютъ въ описанную выше плавку на металлическую сурьму. Въ первомъ случаѣ обжигъ ведется съ прибавленіемъ угольнаго порошка, сурьмы или сѣрнистыхъ соединеній этого металла, которыя возстановляютъ полученную соль сурьмы въ окись этого металла.

Осадительная плавка является пригодной для плавки сѣрнистыхъ сурьмяныхъ рудъ и основана на свойствѣ желѣза осаждать сурьму изъ сѣрнистыхъ рудъ по реакціи: $Sb_2\ S_3 + 3\ Fe = Sb_2 + 3\ Fes$.

Въ плавку идетъ или неподготовленный сурьмяный блескъ съ содержаніемъ 50% сурьмы, или же сурьмяный блескъ, обогащенный описаннымъ выше процессомъ зейгерованія. Къ рудѣ прибавляютъ желѣзные обрѣзки и различныя основныя примѣси для ошлакованія полученнаго сѣрнистаго желѣза. Въ качествѣ такихъ примѣсей служитъ уголь и сѣрнокислый натръ, который при плавкѣ возстановляется въ сѣрнистый натрій.

Плавка ведется или въ отражательныхъ печахъ, или въ графитовыхъ тигляхъ. Объ устройствѣ и ходѣ плавки въ отражательныхъ печахъ было уже сказано въ отдѣлѣ о плавкѣ висмутовыхъ рудъ. О плавкѣ же въ тигляхъ, которая пользуется обширнымъ распространеніемъ на многихъ англійскихъ заводахъ, мы приведемъ здѣсь нѣкоторыя данныя изъ доклада Роджерса въ одномъ изъ засѣданій общества химической промышленности въ 1892 году.

На англійскихъ заводахъ проплавляются кварцеватыя руды, состоящія изъ сурьмяного блеска съ примѣсью сѣрнистыхъ соединеній мышьяка, свинца и др. металловъ. Въ среднемъ руда содержитъ около 50% сурьмы и доставляется на заводъ въ небольшихъ мѣшкахъ около 50 кгр. вѣсомъ.

Плавка ведется въ длинныхъ и узкихъ газовыхъ печахъ, снабженныхъ каждая двумя топками по короткимъ сторонамъ печи. Длина печей, включая топки, составляетъ около 16,5 метр. при ширинѣ около 2,25 метр. Подъ печи расположенъ ниже пола заводскаго зданія и только ея сводъ выдается надъ нимъ.

Газы изъ боковыхъ топокъ поступаютъ въ печь, сгораютъ здѣсь, а продукты горѣнія отводятся черезъ узкую щель посрединѣ печи въ расположенный подъ нею дымовой ходъ и оттуда въ трубу. Боковыя стѣны и сводъ печи выложены желѣзными листами въ 25 мм. толщиною и снабжены соотвѣтствующей арматурой. Полъ заводскаго зданія, состоящій изъ каменныхъ плитъ, выложенъ вдоль длинныхъ сторонъ печи чугунными досками въ одинъ метръ шириною, на которыя рабочіе ставятъ тигли при выниманіи ихъ изъ печи. Для закладки и выниманія тиглей и для ухода за ними во время плавки въ сводѣ печи и покрывающихъ его желѣзныхъ листахъ оставлены отверстія, закрываемыя крышками изъ шамота съ желѣзными ручками. Такихъ отверстій въ сводѣ—42, по числу тиглей, которые могутъ одновременно находиться въ печи.

Тигли приготовляются изъ смѣси стаурбриджской, или гекгсгамской глины съ графитомъ, имѣютъ 300 мм. высоты и около 280 мм. діаметра. Изъ 42 тиглей четыре по одной парѣ у каждой топки предназначаются для рафинировки сырой сурьмы, всѣ же остальные—для рудной плавки. Шихта этой плавки состоитъ для каждаго тигля изъ: 19,5 килогр. руды, 7,2 килогр. желѣзной ломи, около 1,8 килогр. поваренной соли и 0,5 остатковъ отъ вторичной плавки въ тигляхъ. Указанный составъ шихта имѣетъ лишь въ томъ случаѣ, когда проплавляются руды нормальнаго состава, содержащія около 52% сурьмы. Если же руда имѣетъ другой составъ, приходится измѣнять и составъ шихты. Желѣзная ломь должна быть именно желѣзною, чугунные же обломки малопригодны для этой плавки. На практикѣ предпочитаютъ пользоваться обрѣзками старой жести, такъ какъ при этомъ получается сурьма лучшаго качества. Обрѣзки жести свертываются въ комки шарообразной формы, которые закладываются въ тигель поверхъ шихты. Такіе комки вѣсятъ обык-

повенно около 6 килогр.; остальное же количество желѣза дополняется желѣзными опилками и стружками отъ сверлильныхъ и строгальныхъ станковъ.

Шихта засыпается въ тигель помощью желѣзной или чугунной воронки, сверху кладется комъ изъ жести, который въ случаѣ надобности погружается въ расплавленную массу во время хода печи, для чего открываютъ соотвѣтствующее отверстіе и дѣйствуютъ желѣзнымъ стержнемъ на деревянной рукояткѣ. Среднимъ числомъ въ каждомъ тиглѣ успѣваютъ сдѣлать 2 плавки въ 12 часовую смѣну. По окончаніи плавки содержимое тигля выливаютъ въ особую форму, самый же тигель, если только онъ еще годенъ для плавки, засыпаютъ сейчасъ же новою шихтою и вновь ставятъ въ печь. Изъ вылитой въ форму расплавленной массы, послѣ ея затвердѣнія, легко отдѣляется королекъ сурьмы отъ окружающихъ его шлаковъ. Полученная сырая сурьма содержитъ около 91,63% металлической сурьмы 7,24% желѣза и около 0,82% сѣры.

Электролизъ сурьмы. Извлеченіе сурьмы изъ сурьмяного блеска электролитическимъ путемъ невозможно, такъ какъ сурьмяный блескъ въ водѣ нерастворимъ. Здѣсь необходимо сначала перевести руду въ какое либо растворимое соединеніе, изъ котораго можно было бы осадить сурьму электролизомъ. Получить такія соединенія представляется однако затруднительнымъ, такъ какъ они или обходятся слишкомъ дорого, или же осаждаютъ сурьму вмѣстѣ съ различными примѣсями, дѣлающими ея примѣненіе неудобнымъ. Вотъ почему электролизъ сурьмы въ настоящее время мало примѣняется не только для полученія сурьмы изъ рудъ, но и для рафинированія полученнаго рудною плавкою сырого металла.

Первоначально для электролиза сурьмы примѣнялся растворъ треххлористой сурьмы; но выдѣленіе сурьмы изъ этого раствора оказалось неудобнымъ, такъ какъ попутно получался хлоръ и различныя соединенія этого элемента, которыя, осаждаясь на порошкѣ сурьмы, дѣлали его взрывчатымъ и обращеніе съ нимъ опаснымъ.

Только съ разработкою Люкковымъ, Лудвигомъ и Классеномъ способа осажденія сурьмы электролизомъ солей сульфосурьмяной кислоты явилась возможность электролитическаго полученія сурьмы въ видѣ, пригодномъ для практическихъ цѣлей. Этотъ способъ, первоначально предложенный для лабораторнаго полученія сурьмы, былъ впослѣдствіи перенесенъ въ технику для приготовленія большихъ количествъ сурьмы. Борхерсъ, много работавшій въ области электрометаллургіи, детально разработалъ и данный способъ, указалъ условія, необходимыя для хорошаго осажденія сурьмы, а равно выработалъ способы превращенія выдѣляющейся при этомъ сѣры и остающагося въ ваннѣ раствора въ соединенія, пригодныя для практики.

Сурьмяная руда обрабатывается слабымъ растворомъ сѣрнистаго натрія, отчего сѣрнистая сурьма переходитъ въ растворимую натровую соль сульфосурьмяной кислоты, которая и выщелачивается водою. При электролизѣ въ ваннѣ, гдѣ анодомъ служитъ свинецъ, а катодомъ желѣзо, сульфосоль разлагается и даетъ металлическую сурьму и растворъ сѣрнистаго, а частью и многосѣрнистаго натрія. Вдуваніемъ воздуха и водяного пара переводятъ сѣрнистый натрій въ многосѣрнистый, изъ котораго при его обработкѣ кислотами легко получается сѣра.

Однако и описанный способъ, равно какъ и предложенный впослѣдствіи способъ Сименса и Гальске, представляющій одно изъ видоизмѣненій способа Классена, пользуются лишь крайне ограниченнымъ примѣненіемъ въ техникѣ.

Рафинированіе сурьмы.

Полученная изъ рудъ сурьма содержитъ значительное количество различныхъ примѣсей, которыя должны быть удалены вторичною плавкою полу-

ченнаго продукта. Эта плавка производится или въ отражательныхъ печахъ, или въ тигляхъ. Оба способа плавки по сути одинаковы, почему мы здѣсь ограничимся только описаніемъ тигельной плавки.

Для ошлакованія содержащагося въ сырой сурьмѣ желѣза ее сплавляютъ съ очищеннымъ зейгерованіемъ сурьмянымъ блескомъ. Шихта для плавки составляется изъ 38 килогр. грубо измельченной сырой сурьмы указаннаго выше состава, 3—4 килогр. сѣрнистой сурьмы и около 1,8 килогр. поваренной соли. Шихту засыпаютъ въ тигель и ставятъ въ печь описаннаго выше устройства близъ топокъ печи. Время отъ времени поднимаютъ крышку надъ тиглемъ и быстро перемѣшиваютъ массу желѣзными стержнями. Послѣ окончанія плавки съ поверхности расплавленной массы снимаютъ пѣнку шлаковъ. Какъ перемѣшиваніе, такъ и удаленіе шлаковъ необходимо дѣлать возможно быстро, чтобы желѣзные инструменты, которыми они производятся, недолго соприкасались съ расплавленной массой. Шлаки отъ рафинированія примѣшиваются къ шихтѣ при рудной плавкѣ, полученный же металлъ, содержащій 99,5% сурьмы, около 0,2% желѣза и 0,16% сѣры, идетъ во вторичное рафинированіе.

Вторичная рафинировочная плавка имѣетъ цѣлью возможно полное удаленіе оставшихся еще въ металлѣ примѣсей и пріобрѣтеніе металломъ ясно кристаллическаго сложенія или, какъ говорятъ, звѣздчатости.

При этой плавкѣ къ металлу прибавляютъ такъ называемаго сурьмянаго плавня, который готовится слѣдующимъ образомъ: сплавляютъ двѣ части американскаго поташа съ одной частью очищеннаго зейгерованіемъ сурьмянаго блеска и съ небольшой частью полученнаго такимъ образомъ жидкаго плавня производятъ пробную рафинировочную плавку. Если при этомъ не получается надлежащей звѣздчатости сурьмы, то къ плавню прибавляютъ того или иного вещества и такимъ, чисто эмпирическимъ путемъ стараются выбрать подходящій для даннаго случая составъ флюса. Предназначенную для плавки рафинированную сурьму указаннаго выше состава тщательно очищаютъ отъ частицъ шлака и нечистаго металла, такъ какъ въ присутствіи этихъ частицъ плавка не даетъ хорошихъ результатовъ. Кусочки шлака и нечистаго металла идутъ въ первую рафинировочную плавку, чистый же металлъ идетъ во вторичную плавку.

Въ каждый тигль засыпаютъ, какъ и раньше, 38 килогр. рафинированной сурьмы и приливаютъ такое количество жидкаго флюса, чтобы всѣ куски металла были покрыты имъ (обыкновенно флюса приходится брать около 4 килогр.). Флюсъ приливается уже послѣ того, какъ началось расплавленіе металла во вставленномъ въ печь тиглѣ. Когда все содержимое тигля хорошо расплавилось, массу быстро перемѣшиваютъ желѣзными палками и выливаютъ въ подставленныя формы. При отливкѣ каждой отдѣльной формы металлъ покрывается слоемъ шлака, около 5 мм. толщины, подъ которымъ металлъ остываетъ. Послѣ застыванія корка шлаковъ сама отстаетъ отъ металла, а оставшіеся кусочки легко удаляются водой съ пескомъ. Шлакъ съ прибавленіемъ небольшого количества поташа идетъ въ качествѣ флюса для новой плавки, металлъ же идетъ въ продажу.

* *
*

Чистая сурьма (Sb, атомн. вѣсъ = 120, удѣльн. вѣсъ около 6,7) представляетъ собою элементъ, относящійся по химическимъ своимъ свойствамъ къ металлоидамъ, по наружному же виду и характерному металлическому блеску напоминающій металлы. Въ изломѣ сурьма обнаруживаетъ ясное листовато-кристаллическое строеніе, а на поверхности видны звѣздчатыя фигуры, зависящія отъ скопленія кристалловъ сурьмы. Сурьма отличается большою хрупкостью, благодаря которой она легко истирается въ порошокъ. Темпе-

ратура плавленія сурьмы — около 440°, а температура кипѣнія между 1100° — 1400°. Сурьма составляетъ послѣдній членъ термоэлектрическаго ряда и благодаря этому свойству пользуется значительнымъ примѣненіемъ для приготовленія термоэлектрическихъ столбовъ.

Кислородъ и вода при обыкновенной температурѣ слабо дѣйствуютъ на сурьму. Соляная кислота также плохо растворяетъ сурьму; азотная окисляетъ ее въ ангидридъ сурьмяной кислоты ($Sb_2 O_5$), сѣрная сначала окисляетъ ее въ окись сурьмы $Sb_2 O_3$, которая затѣмъ избыткомъ кислоты переводится въ сѣрнокислую соль сурьмы. Въ хлорѣ сурьма горитъ и эта реакція примѣняется въ техникѣ для полученія безводной пятихлористой сурьмы. Съ большинствомъ металловъ сурьма легко даетъ сплавы, называемые шпейзами и отличающіеся способностью хорошо сопротивляться дѣйствію на нихъ различныхъ реагентовъ. Благодаря этому свойству сурьма находитъ себѣ обширное примѣненіе при приготовленіи металлическихъ покрышекъ, защищающихъ различные предметы отъ дѣйствія атмосферы и влажности, а равно и въ металло-красильномъ дѣлѣ.

Съ кислородомъ сурьма образуетъ два простыхъ соединенія, имѣющихъ значеніе въ техникѣ: трехокись и пятиокись сурьмы ($Sb_2 O_3$ и $Sb_2 O_5$). Первое изъ нихъ, называемое просто окисью сурьмы, имѣетъ болѣе основной характеръ, тогда какъ пятиокись, по химическимъ своимъ свойствамъ, приближается скорѣе къ ангидридамъ кислотъ, почему она и называется ангидридомъ сурьмяной кислоты. Впрочемъ по отношенію къ сильнымъ щелочамъ обѣ окиси играютъ роль кислотныхъ ангидридовъ, а по отношенію къ сильнымъ кислотамъ — роль основаній. Изъ соединенія сурьмы, гдѣ она играетъ роль основанія, техническое значеніе имѣютъ главнѣйшія галоидныя соединенія сурьмы $Sb\,Cl_3$ (трихлористая), $Sb\,Fl_3$ (фтористая) и $Sb\,Cl_5$ (пятихлористая сурьма), нѣкоторыя двойныя соли этихъ соединеній съ хлористыми щелочами и такъ называемый рвотный камень — примѣняются въ медицинѣ.

Соли, въ которыхъ кислородныя соединенія сурьмы играютъ роль кислотныхъ ангидридовъ, получаютъ различныя названія въ зависимости отъ того, происходятъ ли онѣ отъ трехокиси или пятиокиси сурьмы. Въ первомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ солями сурьмянистой, а во второмъ сурьмяной кислотъ. Соотвѣтственно трех- и пятиокиси сурьмы мы имѣемъ трисѣрнистую и пятисѣрнистую сурьму $Sb_2 S_3$ и $Sb_2 S_5$, которыя съ ѣдкими щелочами даютъ соотвѣтствующія сульфосоли сурьмянистой и сурьмяной кислотъ. Всѣ эти соли являются обыкновенно лишь промежуточными продуктами при полученіи различныхъ соединеній сурьмы и, какъ мы видѣли выше, при выплавкѣ самой сурьмы.

Сурьма находитъ себѣ, какъ это было уже сказано раньше, примѣненіе для приготовленія термоэлектрическихъ батарей, для приготовленія различныхъ сплавовъ и красокъ для окраски металловъ и тканей.

Платина.

Платина встрѣчается въ природѣ почти исключительно въ самородномъ состояніи, обыкновенно въ смѣси съ другими металлами платиновой группы: палладіемъ, родіемъ, иридіемъ, осміемъ и рутеніемъ. Иногда она сопровождается другими металлами: золотомъ, серебромъ, мѣдью и т. п. Наибольшей извѣстностью пользуются уральскія мѣсторожденія платины и лишь небольшое, сравнительно, значеніе имѣютъ мѣсторожденія этого металла въ Южной Америкѣ (Колумбіи) и въ Остъ-Индіи.

На Уралѣ и въ другихъ мѣстахъ разрабатываются, главнѣйше, наносныя (платиновыя розсыпи), а не коренныя мѣсторожденія платины. Способъ обработки платиносодержащихъ песковъ съ цѣлью извлеченія изъ нихъ платины крайне простъ и заключается въ слѣдующемъ: сначала песокъ промываютъ

водою съ цѣлью отмыть болѣе легкія составныя части. Изъ оставшагося шлиха, содержащаго платину и другіе металлы, золото извлекается ртутью, послѣ чего растворяютъ платину и другіе металлы царской водкой, которая переводитъ всѣ металлы платиновой группы, а равно и находящіяся въ сплавѣ съ ними серебро и золото въ растворимыя хлористыя соединенія этихъ металловъ. Растворъ выпариваютъ до суха и остатокъ прокаливается при температурѣ около 125°, чтобы перевести хлористыя соединенія иридія и палладія въ полухлористыя, которыя не даютъ осадка двойныхъ солей при послѣдующей обработкѣ ихъ нашатыремъ. Высушенный прокаленный остатокъ *снова растворяется въ слабой соляной кислотѣ, послѣ чего растворъ, какъ это* было сказано, обрабатываютъ хлористымъ амоніемъ. Платина даетъ хлороплатинатъ амонія $Pt\ Cl_4\ 2NH_4\ Cl$, который садится изъ раствора въ видѣ желтаго порошка. Осадокъ фильтруютъ, сушатъ и прокаливаютъ, отчего амоній и хлоръ улетучиваются, платина же остается и даетъ порошокъ такъ называемой губчатой платины черкаго цвѣта. Губчатую платину проковываютъ и прессуютъ при высокой температурѣ и получаютъ прокованную платину или, что чаще, плавятъ въ особыхъ известковыхъ тигляхъ въ пламени гремучаго газа и отливаютъ въ бруски, которые потомъ прокатываютъ или тянутъ въ проволоку. Если въ платинѣ содержалось золото, то оно садится вмѣстѣ съ нею при обработкѣ раствора хлористыхъ соединеній амоніемъ и должно быть отдѣлено отъ платины особымъ способомъ, который будетъ описанъ ниже въ статьѣ о золотѣ.

Если мы имѣемъ дѣло съ платино-содержащими золотыми рудами, т. е. если въ рудахъ главною составною частью служитъ золото, платина же служитъ только примѣсью, то раздѣленіе обоихъ металловъ производится электролизомъ, о производствѣ котораго будетъ также сказано въ статьѣ о добычѣ золота.

Описанный способъ является, конечно, далеко не единственно возможнымъ способомъ добычи платины, но мы ограничимся описаніемъ только этого способа, какъ пользующагося наибольшимъ распространеніемъ въ практикѣ.

Точно также мы не приводимъ здѣсь детальнаго описанія отдѣльныхъ операцій даннаго способа, а равно и описанія способовъ отдѣленія отъ платины другихъ металловъ платиновой группы. Такое описаніе завело бы насъ слишкомъ далеко и не представило бы большого интереса, такъ какъ указанные металлы встрѣчаются въ небольшомъ количествѣ и большого значенія для практики имѣть не могутъ.

Платина (Pt, атомный вѣсъ — 195, уд. в. 21,5) представляетъ собою свѣтло-сѣрый сильно блестящій металлъ, отличающійся большою ковкостью и тягучестью, благодаря которымъ онъ легко проковывается въ тончайшіе листочки и вытягивается въ тонкую проволоку. Электропроводность и теплопроводность платины составляютъ всего 0,08 электро- и теплопроводности серебра.

Платина плавится при температурѣ около 1800°. Въ расплавленномъ состояніи, а равно и при температурѣ, близкой къ температурѣ плавленія, платина хорошо соединяется съ другими металлами и даетъ съ ними сплавы. Съ легкоплавкими металлами она даетъ сплавы уже при температурѣ плавленія этихъ послѣднихъ: куски платины, такъ сказать, растворяются въ жидкомъ металлѣ. Далѣе платина уже при низкой температурѣ поглощаетъ различные газы, какъ напримѣръ: водородъ, кислородъ и окись углерода, причемъ это свойство сказывается особенно ярко въ такъ называемой губчатой платинѣ, получающейся прокаливаніемъ летучихъ ея соединеній или осажденіемъ платины изъ ея солей магнезіей, цинкомъ, желѣзомъ и органическими веществами.

Платина является металломъ крайне стойкимъ по отношенію къ различ-

нымъ химическимъ реагентамъ. На нее дѣйствуютъ непосредственно только хлоръ и жидкости, выдѣляющія хлоръ, какъ, напримѣръ, царская водка, которая хорошо растворяетъ платину. Устойчивости платины однако сильно мѣшаетъ ея способность поглощать газы. Благодаря этой способности платиновая посуда сильно портится, если мы будемъ нагрѣвать въ ней соединенія, выдѣляющія окись углерода, или нагрѣвать ее въ пламени газа, содержащаго различные угловодороды. Газы въ этомъ случаѣ проникають въ мельчайшія поры платины. На поверхности и въ порахъ металла садится мельчайшая угольная пыль и образуются быть можетъ соединенія платины съ углеродомъ, *присутствіе которыхъ дѣлаетъ ее хрупкою и ломкою.*

При плавкѣ платины и при нагрѣваніи платиновой посуды слѣдуетъ, поэтому, избѣгать пользоваться пламенемъ, выдѣляющимъ окись углерода, свободный углеродъ и углеводороды, а равно и не плавить въ платиновыхъ тигляхъ веществъ, выдѣляющихъ углеродъ, каковыми являются напримѣръ синеродистыя соединенія.

Мышьякъ, сурьма и сѣра при высокой температурѣ также дѣйствуютъ разрушающе на платину, почему не слѣдуетъ плавить въ платиновыхъ тигляхъ соединенія этихъ элементовъ.

Благодаря своей способности хорошо противустоять дѣйствію различныхъ реагентовъ, а также и благодаря своей трудноплавкости, платина находитъ себѣ обширное примѣненіе, какъ матеріалъ для приготовленія платиновой проволоки, листовъ, тиглей, перегонныхъ аппаратовъ, электродовъ и другихъ принадлежностей для лабораторій и химическихъ заводовъ. Далѣе, благодаря способности губчатой платины поглощать газы, ею часто пользуются для производства такихъ реакцій, которыя не идутъ при обыкновенной температурѣ и давленіи. На этомъ основано примѣненіе платины для устройства водороднаго огнива, газовыхъ элементовъ Гробе, для приготовленія уксуса, сѣрной кислоты, сѣрнаго ангидрида, приборовъ для анализа газовъ и т. п. Наконецъ въ Россіи была нѣкоторое время введена чеканка платиновой монеты, отъ которой впрочемъ впослѣдствіи пришлось отказаться, за ея неудобствомъ.

Серебро.

Серебро встрѣчается въ природѣ въ видѣ самороднаго серебра, или сплава его съ другими металлами: съ золотомъ, мѣдью и ртутью (серебряная амальгама), въ многочисленныхъ и крайне разнообразныхъ по своему составу рудахъ этого металла. Изъ такихъ рудъ мы здѣсь отмѣтимъ: роговое серебро (хлористое серебро $Ag\,Cl$), бромистое и іодистое соединенія серебра $Ag\,Br$ и $Ag\,J$. Далѣе серебряный блескъ, по составу сѣрнистое серебро $Ag_2\,S$, являющійся однимъ изъ постоянныхъ спутниковъ сѣрнистыхъ рудъ другихъ металловъ и часто встрѣчающійся въ качествѣ самостоятельной серебряной руды. Наконецъ то же сѣрнистое серебро въ соединеніи съ сѣрнистыми соединеніями сурьмы, мышьяка и съ примѣсью сѣрнистыхъ же соединеній другихъ тяжелыхъ металловъ образуетъ такъ называемыя красныя и блеклыя серебряныя руды, имѣющія большое значеніе для выплавки серебра.

Кромѣ рудъ въ плавку на серебро идутъ многіе заводскіе продукты, какъ то: остатки отъ обжига колчедановъ, штейны различнаго рода, шлаки, выломки и сплавы. Изъ этихъ послѣднихъ особенно замѣчательны сплавы мѣди и свинца, часто содержащіе значительное количество благородныхъ металловъ.

Такъ получающіеся при плавкѣ мѣдныхъ и свинцовыхъ рудъ черная мѣдь и веркблей, а равно и получаемые изъ этого послѣдняго при помощи ряда обогатительныхъ плавокъ сплавы свинца съ цинкомъ и различными благородными металлами, часто бываютъ весьма богаты серебромъ и представляютъ хорошій матеріалъ для выплавки этого металла.

Выборъ способа извлеченія серебра изъ рудъ, заводскихъ продуктовъ и отбросовъ зависитъ отъ содержанія серебра въ нихъ, отъ формы, въ которой оно содержится, отъ состава рудной породы и орудѣняющаго вещества, отъ возможности или невозможности вести выплавку серебра совмѣстно съ полученіемъ другихъ, содержащихся въ данномъ матеріалѣ металловъ, отъ возможности получить горючее, пригодное для плавки и отъ многихъ другихъ причинъ. Въ зависимости отъ всѣхъ этихъ причинъ было выработано множество различныхъ способовъ полученія серебра изъ рудъ, къ описанію которыхъ мы и переходимъ. При этомъ, какъ и раньше, мы разсмотримъ отдѣльно полученіе, такъ называемаго, чернаго серебра, содержащаго значительное количество постороннихъ примѣсей и рафинированіе этого продукта съ цѣлью полученія чистаго серебра.

Полученіе чернаго серебра.

1. Растворительная плавка серебряныхъ рудъ. Однимъ изъ старѣйшихъ способовъ плавки серебряныхъ рудъ является такъ называемое освинцеваніе этихъ рудъ — плавка ихъ съ избыткомъ свинца или рудъ этого металла, причемъ выдѣляющееся изъ руды серебро растворяется въ избыткѣ свинца. Этотъ способъ, примѣнявшійся еще во времена глубокой древности и до начала 16 столѣтія пользовавшійся почти исключительнымъ распространеніемъ на всѣхъ серебряныхъ заводахъ, сохранился и до настоящаго времени, почему и заслуживаетъ описанія въ настоящемъ отдѣлѣ нашей книги. Въ зависимости отъ содержанія серебра и свинца въ рудѣ плавку ведутъ или безъ присадки свинца — при рудахъ, богатыхъ этимъ металломъ, или съ присадкою металлическаго свинца, въ которомъ растворяются богатыя серебромъ и бѣдныя свинцомъ руды.

Сначала мы разсмотримъ первый случай, такъ какъ здѣсь плавка серебряныхъ рудъ ведотся совмѣстно съ описанной уже нами плавкой свинцовыхъ рудъ. Замѣтимъ прежде всего, что не всѣ убогія содержаніемъ серебра руды являются непосредственно пригодными для этой плавки. Руды, состоящія, главнѣйше, изъ свинцоваго блеска или другихъ соединеній свинца, понятно пригодны для этой плавки. Руды, бѣдныя свинцомъ и содержащія другіе металлы, до плавки на веркблей, сначала плавятся на штейнъ, для чего къ нимъ прибавляютъ сѣрнаго колчедана. Если же въ рудѣ и такъ много колчедана — то она передъ плавкою обжигается для выдѣленія избытка сѣры. Наконецъ руды, не содержащія свинца и содержащія много мѣди, поступаютъ въ плавку на черную мѣдь, изъ которой извлекаютъ серебро способомъ, описаннымъ въ статьѣ о мѣди.

Самая плавка на веркблей богатыхъ свинцомъ рудъ производится различно, въ зависимости отъ состава этихъ послѣднихъ.

Такъ для рудъ, содержащихъ кромѣ серебра и свинца еще цинкъ въ не слишкомъ большомъ количествѣ, можно рекомендовать описанную въ статьѣ о свинцѣ возстановительную плавку съ предварительнымъ обжигомъ рудъ. Послѣ обжига цинковая обманка переходитъ въ сѣрнокислый цинкъ (цинковый купоросъ), который растворимъ въ водѣ и можетъ быть удаленъ выщелачиваньемъ. При большомъ содержаніи цинковой обманки послѣднюю стараются отдѣлить отъ тяжелаго свинцоваго блеска предварительной промывкою руды. Полученную богатую цинкомъ руду, а также естественныя руды, содержащія много цинка и мало, или вовсе не содержащія свинца, проплавляютъ на цинкъ и изъ остатковъ извлекаютъ серебро.

Какъ это описано въ статьѣ о свинцѣ, плавка рудъ съ цѣлью освинцеванія заключающагося въ нихъ серебра производится въ отражательныхъ печахъ съ постепеннымъ передвиганіемъ руды отъ засыпного отверстія къ топкѣ печи. Иногда серебросодержащія свинцовыя руды поступаютъ въ

осадительную плавку, которая въ такомъ случаѣ производится въ шахтныхъ печахъ съ прибавленіемъ къ шихтѣ желѣзной ломи.

При плавкѣ на веркблей шихту составляютъ такимъ образомъ, чтобы содержаніе серебра въ полученномъ веркблеѣ не превосходило $1^0/_0$, такъ какъ въ противномъ случаѣ потери серебра отъ ошлакованія и улетучиванія сильно растутъ и плавка становится невыгодною. Поэтому такія плавки, при которыхъ, какъ это напримѣръ дѣлается въ Андреасбергѣ на Гарцѣ, содержаніе серебра въ веркблеѣ доходитъ до 2 и болѣе процентовъ, являются исключеніями изъ общаго правила; чаще встрѣчаются такія плавки, при которыхъ содержаніе серебра въ веркблеѣ даже меньше указанной нормы и составляетъ всего $^1/_2{}^0/_0$, какъ это часто наблюдается въ тѣхъ случаяхъ, когда совмѣстно съ серебряными рудами проплавляются шлаки предыдущихъ плавокъ.

Серебро-содержащіе купферштейны проплавляются съ различными примѣсями въ шахтныхъ печахъ до тѣхъ поръ, пока содержаніе мѣди въ нихъ не достигнетъ $15^0/_0$. Полученный продуктъ доставляется на ближайшіе мѣдеплавильные заводы, на которыхъ изъ него извлекаютъ мѣдь и серебро.

Полученный предыдущею плавкою убогій веркблой подвергается цѣлому ряду переработокъ, имѣющихъ цѣлью сконцентрировать серебро въ возможно меньшемъ количествѣ свинца, освободивъ отъ него остальную часть веркблея. Эти процессы, которые по отношенію къ остающемуся веркблою мы можемъ назвать процессами обезсеребренія свинца, производятся различными способами, къ описанію которыхъ мы и переходимъ.

Паттинсонированіе веркблея, предложенное впервые Паттинсономъ въ 30 годахъ настоящаго столѣтія и сохранившее свое значеніе еще и до настоящаго времени, основано на расплавленіи веркблея и послѣдующемъ охлажденіи расплавленной массы. При такомъ охлажденіи сначала кристаллизуется чистый свинецъ, серебро же концентрируется въ остающейся еще жидкою части расплавленной массы. Повтореніемъ этого процесса можно значительно увеличить содержаніе серебра въ остающейся жидкою части веркблея.

Въ зависимости отъ способа производства работы различаютъ: паттинсонированіе съ подъемомъ остывшихъ кристалловъ свинца и паттинсонированіе со спускомъ расплавленной массы.

Въ первомъ случаѣ насадку веркблея расплавляютъ въ желѣзныхъ котлахъ около 1500—2200 мм. діаметромъ и 900 мм. глубиною. Трудноплавкія примѣси веркблея, состоящія изъ сплавовъ свинца съ мѣдью и золотомъ, всплываютъ на поверхность расплавленной массы, снимаются ложками и собираются отдѣльно, для отправки на соотвѣтствующіе заводы. Когда вся масса расплавилась, огонь удаляютъ, подставляя его подъ рядомъ стоящій котелъ, въ которомъ производится расплавленіе свинца. По мѣрѣ остыванія, которое въ случаѣ надобности ускоряютъ взбрызгиваніемъ поверхности свинца водою, на поверхности и у стѣнокъ образуется корка кристалловъ, которую сначала удаляютъ перемѣшиваніемъ расплавленной массы. По прошествіи нѣкотораго времени вся поверхность металла становится неровной и начинается образованіе кристалловъ чистаго свинца съ небольшимъ содержаніемъ серебра. Рабочій, находящійся у котла, вынимаетъ эти кристаллы и кладетъ ихъ въ рядомъ стоящій котелъ, въ которомъ они вновь расплавляются. Такое вылавливанье кристалловъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не будетъ вычерпана примѣрно треть всей содержащейся въ котлѣ массы, послѣ чего котелъ добавляютъ веркблеемъ, содержаніе серебра котораго соотвѣтствуетъ содержанію этого металла въ расплавленной массѣ, для чего веркблей сортируется и складывается въ штабеля, съ опредѣленнымъ содержаніемъ серебра въ нихъ. Полученные послѣ охлажденія этой вторичной завалки кристаллы

свинца съ большимъ содержаніемъ серебра перекладываются въ котелъ, стоящій съ другой стороны. Параллельно съ первымъ ведется работа въ другихъ котлахъ и такимъ образомъ, перекладывая кристаллы изъ одного котла въ другой, мы получимъ въ одномъ изъ крайнихъ котловъ рядъ веркблея съ ничтожнымъ содержаніемъ серебра, который послѣ рафинированія поступаетъ въ продажу какъ мягкій свинецъ; а въ другомъ крайнемъ котлѣ веркблой, настолько богатый серебромъ, что его можно пустить въ раздѣленіе на трейбофенѣ.

Кромѣ этихъ двухъ окончательныхъ продуктовъ получается рядъ промежуточныхъ сортовъ веркблея, которые или непосредственно обрабатываются въ среднихъ котлахъ ряда, или складываются въ штабеля и обрабатываются вмѣстѣ со слѣдующей насадкой свѣжаго веркблоя.

Понятно, что перекладываніе кристалловъ изъ одного котла въ другой, требуя большой затраты рабочихъ рукъ, является операціей крайне дорогою и крайне утомительною для рабочихъ. Кромѣ того, при перекладываньи изъ свинца выдѣляются масса вредныхъ для дыханія паровъ свинца и его соединеній, что дѣлаетъ ее и крайне опасною для здоровья рабочихъ. Всѣ эти обстоятельства заставили измѣнить описанный способъ работы, замѣнивъ вынимапіе кристалловъ спускомъ остающейся въ котлѣ жидкой массы. Съ этою цѣлью расплавленіе свинца ведутъ въ особыхъ сосудахъ, вмѣстимость которыхъ составляетъ около трети всей вмѣстимости подставленныхъ подъ нихъ кристаллизаціонныхъ котловъ. Когда веркблей расплавится, его сливаютъ по жолобу въ котелъ, расплавляютъ новую порцію веркблея, которую снова сливаютъ въ котелъ до его наполненія расплавленнымъ веркблеемъ. Наполненный котелъ покрываютъ шлемомъ съ отводною трубою и черезъ металлъ пропускаютъ струю возможно сухого водяного пара подъ давленіемъ около трехъ атмосферъ. По прошествіи нѣкотораго времени, расплавленный металлъ принимаетъ консистенцію сиропа, въ немъ образуется кашица изъ выдѣлившихся мелкихъ кристалловъ свинца; пропусканіе пара становится затруднительнымъ и его прекращаютъ.

Снявъ шлемъ, мы замѣтимъ, что значительная часть (примѣрно около $^2/_3$) металла затвердѣла и осталась жидкою только небольшая сравнительно часть, въ которой и сконцентрировалась главная часть содержащагося въ металлѣ серебра. Оставшійся жидкимъ металлъ спускаютъ черезъ кранъ въ нижней части котла и, въ зависимости отъ содержанія серебра въ немъ, его или прямо пускаютъ въ раздѣленіе на трейбофенахъ, или прибавляютъ къ обработкѣ слѣдующихъ порцій.

Оставшіеся въ котлѣ кристаллы бѣднаго серебромъ веркблея вновь расплавляютъ, добавляютъ его расплавленнымъ на вышележащемъ сосудѣ веркблеемъ отъ предыдущей операціи, имѣющимъ одинаковое съ нимъ содержаніе серебра, расплавленную массу обрабатываютъ по предыдущему и получаютъ остатокъ твердаго веркблея, еще болѣе бѣдный серебромъ и жидкій, болѣе богатый этимъ металломъ веркблей, который сливаютъ и пускаютъ въ новую подобную же обработку. Такъ поступаютъ до тѣхъ поръ, пока содержаніе серебра въ твердомъ остаткѣ не получится такимъ ничтожнымъ, что потерею соотвѣтствующей части серебра можно пренебречь. Тогда кристаллы вынимаютъ изъ котла и пускаютъ въ продажу обыкновенно безъ предварительнаго рафинированія, какъ мягкій свинецъ.

Преимущества такого способа работы передъ вышеописаннымъ въ смыслѣ большей экономіи рабочихъ рукъ, большей дешевизны работы и безопасности ея производства не нуждаются въ особыхъ поясненіяхъ. Здѣсь же мы упомянемъ еще объ одномъ преимуществѣ, заключающемся въ томъ, что пропусканіемъ пара черезъ расплавленный металлъ послѣдній хорошо рафинируется, приходя въ тѣсное соприкосновеніе съ паромъ и воздухомъ.

Это обстоятельство позволяетъ получить въ концѣ операціи рафинированный свинецъ, пользуясь для него гораздо менѣе чистыми сортами веркблея.

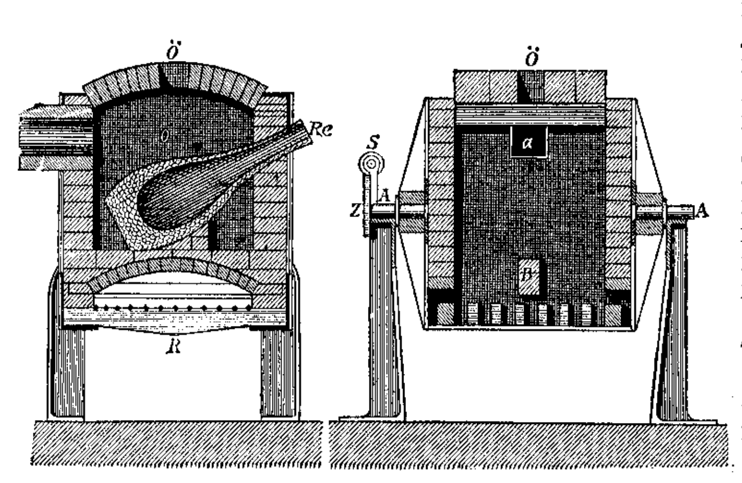
Обезсеребреніе веркблея цинкомъ основано на значительномъ измѣненіи коэффиціента растворимости цинка въ свинцѣ вмѣстѣ съ измѣненіемъ температуры. Такъ, при температурѣ около 650° свинецъ даетъ сплавъ съ цинкомъ съ содержаніемъ около 3% этого металла, при охлажденіи же до 350—400° свинецъ растворяетъ всего около 0,6% цинка, остальное же количество этого металла выдѣляется изъ ванны вмѣстѣ съ соотвѣтствующимъ количествомъ свинца.

На этомъ и основанъ слѣдующій способъ обезсеребренія веркблея: веркблей расплавляютъ и въ нагрѣтый до 600—650° (температура слабаго краснаго каленія) расплавленный металлъ прибавляютъ около 2%—3% цинка, который съ находящимся въ ваннѣ серебромъ и свинцомъ даетъ сплавъ этихъ металловъ. По охлажденіи ванны до 400°—350° этотъ сплавъ выдѣляется изъ свинца въ видѣ всплывающей на поверхность цинковой пѣны, которую снимаютъ ложками. Въ пѣну уходятъ кромѣ цинка и серебра также никкель, кобальтъ, золото, если только они находились во взятомъ для обработки веркблеѣ, въ ваннѣ же остаются расплавленными кромѣ свинца также сурьма, мышьякъ, олово и висмутъ.

Примѣси къ веркблею, если только онѣ содержатся въ значительномъ количествѣ, сильно затрудняютъ описанный выше процессъ обезсеребренія его цинкомъ. Нечистые сорта веркблея стараются поэтому сначала очистить зейгерованіемъ или рафинировочной плавкой, которыми выдѣляютъ содержащіеся въ веркблеѣ мѣдь (зейгерованіемъ), сѣру, олово, мышьякъ и сурьму рафинированіемъ. Зейгерованіе ведется въ отражательныхъ печахъ съ небольшою топкой, къ которой примыкаетъ отдѣленный отъ нея небольшимъ порогомъ подъ, покатый къ другому концу печи и оканчивающійся здѣсь зумпфомъ, въ которомъ собирается очищенный металлъ. Для рафинированія примѣняются газовыя печи съ высокимъ охлаждаемымъ водою порогомъ и съ подомъ, расположеннымъ значительно ниже порога и почти горизонтально. Подъ рафинировочныхъ печей самое лучшее укладывать на желѣзныхъ плитахъ, поддерживаемыхъ балками и столбомъ, подобно тому какъ это дѣлается въ описанныхъ выше печахъ Макъ Килона, предназначенныхъ для плавки оловянныхъ рудъ. Здѣсь, какъ и тамъ, полезно устраивать подъ на нѣкоторой высотѣ надъ поломъ фабрики, чтобы онъ охлаждался циркулирующимъ подъ нимъ воздухомъ и былъ доступенъ для ремонта во время дѣйствія печи. Впрочемъ и подъ зейгеровальныхъ печей также полезно помѣщать возможно выше надъ поломъ, чтобы имѣть возможность полученный очищенный металлъ направлять по жолобу въ котлы для обработки его цинкомъ.

Очищеніе начинается съ зейгерованія веркблея. Послѣдній расплавляютъ на поду зейгеровальныхъ печей, нагрѣтыхъ до невысокой сравнительно температуры. Всѣ механически увлеченныя веркблеемъ примѣси, а равно и тугоплавкіе сплавы свинца съ другими металлами, главнѣйше съ мѣдью и золотомъ остаются на поду печи, или всплываютъ на поверхность расплавленнаго металла и здѣсь снимаются ложками. Когда весь металлъ расплавился и примѣси удалены, начинаютъ рафинированіе, заключающееся въ окислительной плавкѣ расплавленнаго металла, причемъ почти всѣ содержащіеся въ веркблеѣ металлическіе окислы даютъ съ сурьмою соотвѣтствующія соли сурьмяной кислоты. По мѣрѣ продолженія рафинировочнаго процесса, который въ случаѣ надобности можно ускорить прибавленіемъ къ металлу трейбофеннаго глета (см. ниже), на поверхности появляется пленка солей сурьмяной кислоты, которая снимается и подъ именемъ абштриха поступаетъ на соотвѣтствующіе заводы.

Когда послѣ удаленія абштриха на поверхности металла начнутъ появляться блестящія таблички глета, что служитъ признакомъ начавшагося окисленія свинца, металлъ спускаютъ въ котлы для обработки его цинкомъ. Когда въ котлѣ установилась надлежащая температура, прибавляютъ цинкъ, обыкновенно не сразу всю порцію, а въ два, или, чаще, въ три пріема. Первая порція цинка извлекаетъ изъ веркблея почти все содержащееся въ немъ золото и мѣдь, такъ какъ эти металлы еще легче чѣмъ серебро даютъ сплавы съ цинкомъ. По достаточномъ охлажденіи котла снимаютъ съ поверхности жидкаго металла пленку богатыхъ мѣдью сплавовъ, которая подъ именемъ мѣдной пѣнки поступаетъ на мѣдные заводы. Оставшійся же въ котлѣ свинецъ снова нагрѣваютъ до температуры краснаго каленія, послѣ чего къ нему присаживаютъ вторую порцію цинка. Эта присадка цинка растворяетъ главную часть содержащагося въ веркблеѣ серебра и по охлажденіи изъ веркблея выдѣляется такъ называемая богатая цинковая пѣна, которая идетъ на извлеченіе изъ нея серебра. Наконецъ послѣ третьей присадки цинка и новомъ охлажденіи расплавленной массы выдѣляется бѣдная цинковая пѣна съ небольшимъ, сравнительно, содержаніемъ серебра. Пѣна эта для непосредственнаго извлеченія серебра не годится и примѣняется для обработки новыхъ порцій веркблея, гдѣ ею замѣняютъ часть цинка.



536 и 537. Печь для отгонки цинка изъ богатой цинковой пѣны.

O Покрытая сводомъ печь, *A* Ось, на которой печь вращается, *Z* и *S* зубчатое колесо и винтъ для поворота печи, *Re* реторта, *B* сводикъ и *a* отверстіе для реторты въ печи, *E* дымовая труба, *Ö* отверстія для завалки кокса, *R* колосниковая рѣшетка.

Полученная при второмъ съемѣ цинковая пѣна кладется въ сосѣдній котелъ, гдѣ ее осторожно нагрѣваютъ для выдѣленія значительной части содержащагося въ ней свинца. Снятая съ поверхности свинца — богатая или обогащенная цинковая пѣна содержитъ уже отъ 2 до 10% серебра, тогда какъ содержаніе этого металла въ веркблеѣ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ превышаетъ 0,5%, большею же частью колеблется въ предѣлахъ отъ 0,1 до 0,2%.

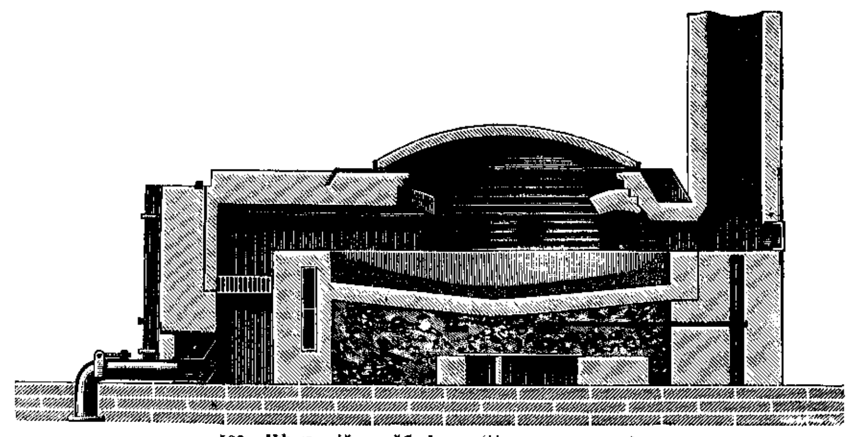
При дальнѣйшей обработкѣ полученной богатой цинковой пѣны необходимо прежде всего удалить содержащійся въ ней цинкъ. Удаленіе цинка чаще всего производится отгонкою этого металла изъ пѣны въ тигляхъ или въ ретортахъ, устройство которыхъ показано на прилагаемыхъ чертежахъ 536 и 537.

Раньше примѣнялся другой способъ выдѣленія цинка, заключавшійся въ томъ, что въ расплавленный металлъ вдувалась струя перегрѣтаго водяного пара. Содержавшійся въ ваннѣ цинкъ реагировалъ съ водою, причемъ получался водородъ и окись цинка, которая по окончаніи реакціи появлялась въ видѣ желтаго налета на поверхности металла. Окись цинка снимали продырявленными желѣзными ложками и обрабатывали сѣрною кислотою для

извлеченія попавшихъ въ нее свинца и серебра. Сѣрная кислота давала съ окисью цинка растворимый цинковый куиоросъ. Остатокъ отъ дѣйствія сѣрной кислоты фильтровали, промывали, высушивали и очищали на трейбофенѣ; растворъ же цинковаго купороса выпаривался до кристаллизаціи этой соли.

Остатокъ отъ выпариванія цинка подвергается окислительному плавленію на трейбофенѣ, при которомъ свинецъ въ видѣ окиси свинца (глета) уходитъ въ набойку печи, серебро же остается въ печи и даетъ, такъ называемое, бликковое серебро.

Цинковая пѣна послѣ своего обогащенія вытапливаніемъ свинца содержитъ всего около 10% серебра. Такое ничтожное содержаніе серебра въ пѣнѣ объясняется по даннымъ Ресслера и Эдельмана исключительно легкой окисляемостью цинка, благодаря которой въ образованіи сплава участвуетъ лишь небольшое сравнительно количество этого металла.



538. **Нѣмецкій трейбофенъ** (1/65 натур. велич.).

Если, поэтому, мы прибавимъ къ цинку небольшое количество аллюминія, то образуется неспособный къ окисленію сплавъ этого металла съ цинкомъ и содержаніе серебра въ цинковой пѣнѣ легко доводится до 30 и болѣе процентовъ. Изъ этого сплава цинкъ легко извлекается отгонкой и электролизомъ.

Трейбованіе. Какъ уже было говорено раньше, трейбованіе являлось до послѣдняго времени единственнымъ процессомъ, примѣнявшимся для отдѣленія серебра отъ свинца въ достаточно богатомъ содержаніемъ серебра сплавѣ этихъ металловъ. При трейбованіи стараются окислить содержащіеся въ сплавѣ свинецъ и другіе металлы и такимъ образомъ отдѣлить ихъ отъ трудно окисляющагося серебра. Окись свинца и другихъ металловъ легко удаляется изъ печи, въ которой остается слитокъ такъ называемаго бликковаго серебра.

Смотря по устройству печи и способу работы различаютъ трейбованіе: нѣмецкое и англійское.

При нѣмецкомъ способѣ работы богатые серебромъ сплавы свинца расплавляютъ на поду трейбофена, состоящемъ изъ мергелистой набойки. Заразъ загружаютъ до 10 000 клг. сплава. Въ началѣ процесса на поверхность расплавленнаго металла всплываютъ всѣ заключавшіяся во взятомъ продуктѣ механическія примѣси, а равно и болѣе трудно плавкіе сплавы свинца и мѣди. Пѣна этихъ примѣсей снимается съ поверхности металла и подъ именемъ трейбофеннаго абцуга (съема съ трейбофена) поступаетъ

въ дальнѣйшую обработку. Послѣ расплавленья металла и съемки абцуга начинаютъ окисленіе свинца и другихъ примѣсей, для чего усиливаютъ жаръ, пуская больше воздуха подъ колосники топки и производятъ дутье *въ расплавленную массу, черезъ находящуюся въ сводѣ печи трейбофенную* фурму. Вслѣдствіе окисленія сначала на поверхность металла всплываетъ пленка свинцово-сурьмяной соли $Pb_3(SbO_4)_2$, которая снимается и идетъ въ соотвѣтствующую плавку подъ именемъ трейбофеннаго абштриха. Слѣдующимъ продуктомъ окисленія является чистый глетъ (окись свинца), при появленіи котораго въ печь заваливаютъ другіе, подлежащіе обработкѣ матеріалы. Послѣ прибавленія этихъ послѣднихъ, содержащіяся въ нихъ примѣси неблагородныхъ металловъ ошлаковываются глетомъ, который вновь загрязняется, благородные же металлы растворяются въ избыткѣ свинца. Спустя нѣкоторое время изъ печи снова начинаетъ вытекать чистый глетъ, который спускаютъ черезъ особый каналъ въ порогѣ рабочаго отверстія печи, которое остается открытымъ во все время производства этой части плавки. Вытекающій глетъ затвердѣваетъ въ глыбы глета, которыя время отъ времени убираются рабочими и прибавляются къ шихтѣ при плавкѣ свинцовыхъ рудъ. Часть глета улетучивается и собирается въ особыхъ ловушкахъ, черезъ которыя проходятъ продукты горѣнія, направляясь къ дымовой трубѣ печи. Часть же глета всасывается набойкою печи, почему послѣдняя послѣ каждой плавки замѣняется новою и входитъ въ шихту при плавкѣ свинцовыхъ рудъ. Когда остатокъ свинца перейдетъ въ глетъ, на поверхности металла въ печи замѣчается своеобразная игра цвѣтовъ, въ тонкихъ пластинкахъ глета на поверхности серебра. По исчезновеніи этихъ пластинокъ выступаетъ блестящая поверхность металлическаго серебра, слегка отливающая синимъ цвѣтомъ. Процессъ трейбованія можно считать закончившимся и приступить къ охлажденію печи. Съ этою цѣлью поверхность серебра вспрыскиваютъ водою, послѣ чего металлъ быстро застываетъ, образуя слитокъ серебра. Если этотъ послѣдній представляется очень большимъ, то его дѣлятъ желѣзной рамой на болѣе мелкіе слитки, которые легко отдѣляются другъ отъ друга. Для выломки металла изъ печи поднимаютъ сводъ трейбофена и раздѣляютъ слитокъ полученнаго бликковаго серебра на отдѣльныя части, каждая изъ которыхъ сравнительно легко отдѣляется отъ пода печи.

На большинствѣ заводовъ при работѣ на трейбофенахъ въ печь заваливаютъ сразу весь предназначенный для трейбованія веркблей, который перерабатывается на бликковое серебро. Въ прежнее время, когда полученіе богатаго серебромъ веркблея не пользовалось большимъ распространеніемъ на заводахъ, трейбофенный процессъ раздѣлялся на два періода: обогащеніе веркблея, результатомъ котораго являлся продуктъ съ содержаніемъ серебра до 80% и собственно трейбованіе, т. е. полученіе изъ этого обогащеннаго продукта бликковаго серебра. Этотъ способъ работы въ настоящее время оставленъ на всѣхъ заводахъ, гдѣ онъ примѣнялся ранѣе, такъ какъ теперь имѣются въ распоряженіи сорта веркблея, достаточно богатые серебромъ для полученія изъ нихъ чистаго металла.

На англійскихъ и американскихъ заводахъ примѣняются небольшіе трейбофены съ выдвижнымъ подомъ. Набойка дѣлалась въ прежнее время исключительно изъ костяного пепла; въ настоящее время для этой цѣли употребляется смѣсь извести и глины съ цементомъ. Подъ набивается въ овальную раму, которая легко вставляется и вынимается изъ печи. *На американскихъ* заводахъ рама дѣлается прямоугольною и для предохраненія пода отъ разъѣданія глетомъ составляется изъ полыхъ желѣзныхъ ящиковъ, охлаждаемыхъ циркулирующею въ нихъ водою. Въ отличіе отъ нѣмецкаго способа здѣсь работаютъ съ малыми насадками, причемъ по мѣрѣ окисленія свинца и удаленія образующагося глета въ печь заваливаютъ новыя

количества веркблея, чтобы держать уровень ванны трейбофена на одной высотѣ. Образующійся глеть стекаетъ по особому каналу въ стѣнкахъ пода, по такъ называемой шлаковой улицѣ къ выпускному отверстію и черезъ него выходитъ наружу, почему и необходимо держать уровень ванны на одной высотѣ, чтобы глетъ могъ стекать по шлаковой улицѣ. Когда на горизонтѣ шлаковой улицы покажется блестящая поверхность бликковаго серебра —операцію прекращаютъ, подъ охлаждаютъ и, вынувъ его изъ печи, выламываютъ слитки бликковаго серебра. Какъ и при нѣмецкомъ способѣ работы здѣсь неоднократно дѣлались попытки раздѣлить трейбованіе на два самостоятельныхъ процесса — полученіе богатаго серебромъ веркблея и обработка этого продукта на бликковое серебро. Слѣдуетъ впрочемъ сказать, что при небольшой величинѣ насадокъ этотъ способъ работы представляется здѣсь еще менѣе раціональнымъ, чѣмъ въ нѣмецкомъ способѣ трейбованія.

* *
*

Способъ очищенія полученнаго бликковаго серебра будетъ подробно описанъ ниже, здѣсь же будетъ умѣстно остановиться на различныхъ способахъ очищенія полученнаго обезсеребреннаго свинца, тѣмъ болѣе, что описаніе этихъ способовъ не было сдѣлано въ главѣ о свинцѣ. Примѣси къ свинцу, послѣ его обезсеребренія, состоятъ, главнѣйше, изъ сѣры, сурьмы, мышьяка, олова, цинка, никкеля, желѣза, мѣди и кобальта. Удаленіе всѣхъ перечисленныхъ примѣсей и составляетъ въ данномъ случаѣ главную задачу рафинированія свинца.

Объ удаленіи мѣди зейгерованіемъ было уже сказано выше въ статьѣ объ предварительной до обезсеребренія обработкѣ веркблея. Тамъ же были описаны и примѣняемыя для этого зейгеровочныя печи, для удаленія мѣди при значительномъ содержаніи этой послѣдней во взятомъ для обработки веркблеѣ. Тамъ же было указано, что при небольшомъ содержаніи мѣди сплавы послѣдней всплываютъ на поверхность жидкаго металла и снимаются съ нея въ видѣ такъ называемаго абштриха.

Все послѣдующее рафинированіе свинца заключается въ окисленіи содержащихся въ немъ примѣсей кислородомъ воздуха, или вдуваемаго въ ванну водяного пара. Въ первомъ случаѣ рафинированіе производится въ отражательныхъ печахъ, устройство которыхъ было описано выше; во второмъ въ тѣхъ котлахъ, въ которыхъ производится обезсеребреніе свинца цинкомъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ операція очищенія свинца соединяется съ его обезсеребреніемъ. Полученный свободный отъ серебра веркблей подвергается дальнѣйшей обработкѣ струею пара, который прежде всего окисляетъ заключающійся въ немъ цинкъ въ окись цинка; послѣдняя вмѣстѣ съ окисью свинца всплываетъ на поверхность, снимается ложками, расплавляется для очищенія отъ механическихъ примѣсей, снова охлаждается, истирается въ порошокъ и идетъ въ продажу какъ желтая свинцовая краска (сурикъ). Продавать ее за цинковую краску, несмотря на значительное содержаніе окиси цинка въ ней, нельзя, такъ какъ отъ цинковой краски требуется, чтобы она не содержала вовсе свинца.

Вмѣстѣ съ цинкомъ вдуваніемъ водяного пара въ веркблей изъ послѣдняго выдѣляются содержащіеся въ немъ желѣзо, никкель и кобальтъ.

Если освобожденный отъ всѣхъ перечисленныхъ примѣсей свинецъ содержитъ сурьму, то вдуваніе пара продолжаютъ, причемъ одновременно съ этимъ *открываютъ доступъ воздуха къ котлу*. Благодаря перемѣшиванью, производимому струею пара, масса приходитъ въ тѣсное соприкосновеніе съ воздухомъ, кислородомъ котораго сурьма окисляется въ сурьмяную кислоту и съ другими заключающимися въ ваннѣ металлами даетъ соли этихъ послѣднихъ.

Вмѣстѣ съ сурьмою кислородомъ воздуха окисляются сѣра, мышьякъ и

олово, причемъ, какъ было указано выше, полезно примѣнять рафинировочную плавку въ отражательныхъ печахъ, такъ какъ въ котлахъ можетъ быть удалено только небольшое, сравнительно, количество примѣсей.

Кромѣ описаннаго способа извлеченія серебра сплавленіемъ его со свинцомъ примѣняется еще много другихъ, изъ которыхъ мы упомянемъ объ извлеченіи серебра амальгамаціей и обработкѣ серебряныхъ рудъ мокрымъ путемъ.

Амальгамація заключается въ раствореніи содержащагося въ рудахъ серебра ртутью и послѣдующемъ прокаливаньи амальгамы, при которомъ ртуть улетучивается, собирается въ пріемникахъ и примѣняется для обработки слѣдующей порціи руды. Способъ этотъ, предложенный въ 1557 Бартоломеемъ Мединой, нашелъ себѣ, начиная съ 1566 года, обширное примѣненіе въ Америкѣ, гдѣ въ настоящее время получается до $^3/_4$ общей міровой добычи серебра.

Въ Европѣ данный способъ былъ примѣненъ впервые въ 1780-мъ году въ Хемницѣ въ Венгріи для обработки серебросодержащихъ заводскихъ продуктовъ, но былъ въ скоромъ времени замѣненъ другими болѣе совершенными способами. Такъ какъ амальгамація примѣняется, главнѣйше, для обработки золотосодержащихъ рудъ, то будетъ болѣе умѣстнымъ описать данный способъ въ статьѣ о добычѣ золота.

2. Обработка серебросодержащихъ рудъ мокрымъ путемъ. Въ серединѣ 19 столѣтія былъ предложенъ Цирфогелемъ и введенъ въ большомъ масштабѣ на Маансфельдскихъ заводахъ химическій способъ обработки богатыхъ серебромъ, но бѣдныхъ желѣзомъ купферштейновъ, заключающійся въ предварительномъ обжиганіи штейна съ цѣлью перевода сѣрнистаго серебра въ сѣрнокислое, въ послѣдующемъ выщелачиваньи сѣрнокислаго серебра водою и осажденіи серебра изъ раствора мѣдью, а этой послѣдней желѣзной ломью. Детали способа въ томъ видѣ, въ какомъ онъ выработанъ практикою, были слѣдующія.

Обжиганіе производилось въ особыхъ двухэтажныхъ печахъ сначала при умѣренной температурѣ, чтобы перевести всѣ сѣрнистыя соединенія, главнѣйше, сѣрнистое желѣзо въ купоросы. Такой слегка обожженный продуктъ измельчался и вновь обжигался въ печахъ, подъ которыхъ состоитъ изъ двухъ уступовъ, подобныхъ тѣмъ, которые были описаны при обработкѣ хромовыхъ и вольфрамовыхъ рудъ. При этомъ вторичномъ обжигѣ въ печи стараются держать высокую температуру. При такихъ условіяхъ полученныя при первомъ обжигѣ сѣрнокислыя соли желѣза и другихъ металловъ снова возстановляются въ сѣрнистыя соединенія, а выдѣляющійся при этомъ ангидридъ сѣрной кислоты переводитъ сѣрнистое серебро въ сѣрнокислую соль. Полученный послѣ вторичнаго обжига продуктъ измельчается и выщелачивается горячею водою, слегка подкисленною сѣрной кислотой. Вода растворитъ сѣрнокислое серебро и другія растворимыя сѣрнокислыя соли другихъ металловъ, остатокъ отъ выщелачиванья еще разъ обрабатывается водою, чтобы извлечь по возможности все серебро, послѣ чего идетъ въ плавку на мѣдь. Растворъ сѣрнокислаго серебра съ примѣсью мѣднаго и желѣзнаго купоросовъ осаждаютъ сначала мѣдью, которая выдѣляетъ серебро, и затѣмъ желѣзомъ для осажденія мѣди.

Въ способахъ, предложенныхъ Августиномъ Патеромъ и Киссомъ, подлежащіе обработкѣ продукты подвергаются сначала хлорирующему обжигу. Обжигъ производится или въ обыкновенныхъ отражательныхъ печахъ, или въ печахъ съ вращающимся подомъ, подобныхъ печамъ Брюкнера, описаніе которыхъ будетъ сдѣлано ниже въ статьѣ о мѣдной плавкѣ или въ печахъ Малетра, описанныхъ тамъ же.

По способу Августина полученный отъ обжига продуктъ выщелачивается

концентрированнымъ растворомъ поваренной соли, послѣ чего серебро осаждается изъ раствора мѣдью, а мѣдь желѣзомъ подобно тому, какъ это было описано въ предыдущемъ способѣ.

Патера предлагаетъ обрабатывать полученный продуктъ растворомъ тіосульфата натрія и осаждать серебро изъ раствора сѣрнистымъ натріемъ въ видѣ сѣрнистаго серебра.

Киссъ обрабатываетъ обожженный продуктъ растворомъ тіосульфата извести и осаждаетъ сѣрнистое серебро гидратомъ сѣрнистаго кальція.

По Русселю сѣрнистыя, мышьяковистыя и сурьмянистыя руды обрабатываются, безъ предварительнаго своего обжига, растворомъ двойной соли натрія и мѣди отъ тіосѣрнистой кислоты. Растворъ этотъ выщелачиваетъ изъ рудъ серебро, которое осаждается, какъ и въ способѣ Патера, растворомъ сѣрнистаго натрія.

Получающійся во всѣхъ предыдущихъ способахъ осадокъ сѣрнистаго серебра содержитъ обыкновенно примѣсь мѣди и нуждается потому въ дальнѣйшей обработкѣ для отдѣленія мѣди и выдѣленія металлическаго серебра. Съ этою цѣлью можно поступать слѣдующимъ образомъ:

Полученное сѣрнистое серебро сплавляютъ съ такимъ количествомъ мѣдныхъ обрѣзковъ, чтобы получился штейнъ, содержащій столько же серебра, сколько и мѣди. Штейнъ измельчаютъ и обжигаютъ въ отражательныхъ печахъ, отчего вся мѣдь переходитъ въ окись мѣди, серебро-же возстановляется въ металлическое серебро. Окись мѣди удаляютъ обработкою штейна сѣрной кислотою, которая переводитъ окись мѣди въ мѣдный купоросъ, на серебро же не оказываетъ замѣтнаго дѣйствія. По удаленіи мѣднаго купороса оставшееся металлическое серебро промываютъ, сушатъ, прессуютъ и рафинируютъ способомъ, описаннымъ ниже. Другой способъ обработки сѣрнистаго серебра заключается въ его обжигѣ для выдѣленія сѣры, послѣ чего обожженный продуктъ, содержащій главнѣйше металлическое серебро, съ мѣдью и др. примѣсями подвергаютъ вмѣстѣ съ веркблеемъ окислительной плавкѣ на трейбофенахъ.

Для выдѣленія серебра изъ серебросодержащей мѣди примѣняется способъ, основанный на обработкѣ послѣдней сѣрною кислотою. Съ этою цѣлью гранулированную серебристую мѣдь помѣщаютъ въ ящики, стѣнки которыхъ выложены свинцовыми листами; въ ящики капаютъ сѣрная кислота изъ проложенныхъ надъ ними продырявленныхъ трубокъ.

Въ присутствіи кислоты мѣдь легко окисляется кислородомъ воздуха въ окись мѣди, а эта послѣдняя, въ свою очередь, даетъ съ кислотою мѣдный купоросъ. Мѣдный купоросъ растворяется жидкостью и уносится ею, благородные же металлы не окисляются и въ видѣ шлама скопляются частью въ самомъ ящикѣ, частью въ каналахъ и освѣтительныхъ бассейнахъ, въ которые поступаетъ растворъ изъ ящика. Время отъ времени шламъ этотъ собираютъ, сушатъ и присаживаютъ къ веркблею при плавкѣ на трейбофенѣ. Растворъ же мѣдной соли насыщаютъ мѣдью и выпариваніемъ крѣпкаго раствора получаютъ кристаллы мѣднаго купороса.

Рафинированіе серебра.

Рафинировочная плавка. Полученное по вышеуказанному на поду трейбофена бликковое серебро содержитъ еще нѣсколько процентовъ примѣсей, состоящихъ, главнѣйше, изъ свинца и висмута. Удаленіе этихъ примѣсей дальнѣйшей окислительной плавкой на поду большихъ трейбофеновъ представляется нераціональнымъ, почему на заводахъ, примѣняющихъ нѣмецкій способъ работы, кромѣ большихъ трейбофеновъ, устраиваютъ еще малые для дальнѣйшаго рафинированія полученнаго бликковаго серебра. Рафинированіе это производится окислительной плавкой, при которой заклю-

чающіяся въ серебрѣ примѣси окисляются и частью впитываются подомъ печи, частью же снимаются съ поверхности металла. По окончаніи плавки поверхность металла покрываютъ углемъ и отливаютъ полученное серебро въ формы или гранулируютъ, выливая его въ сосуды съ водою.

По предложенію Рёсслера серебро очищаютъ, расплавляя его въ графитовыхъ тигляхъ и прибавляя въ ванну чистое сѣрнокислое серебро. Сѣрнокислое серебро даетъ съ висмутомъ и свинцомъ сѣрнокислыя соли этихъ металловъ и выдѣляетъ металлическое серебро.

Для очищенія серебра, содержащаго значительное количество мѣди, Рёсслеръ совѣтуетъ сплавлять серебро въ особомъ тиглѣ съ сѣрой. Перешедшее при этомъ вмѣстѣ съ мѣдью сѣрнистое серебро легко можетъ быть вновь выдѣлено изъ штейна окислительнымъ обжигомъ послѣдняго, при которомъ мѣдь даетъ окись мѣди, серебро же возстановляется въ металлическое серебро.

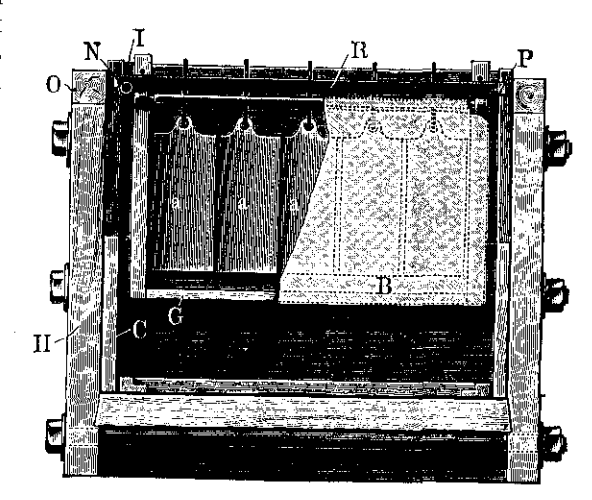
Отдѣленіе серебра раствореніемъ въ различныхъ жидкостяхъ. Для отдѣленія серебра отъ золота ранѣе пользовался исключительнымъ распространеніемъ способъ квартованія, заключавшійся въ сплавленіи даннаго сплава съ такимъ количествомъ чистаго серебра, чтобы содержаніе золота въ полученномъ сплавѣ составляло $^1/_4$ часть всего вѣса сплава и въ послѣдующемъ раствореніи серебра азотною кислотою. Способъ этотъ примѣняется и въ настоящее время въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ полученная азотнокислая соль серебра, ляписъ, находитъ себѣ обширный сбытъ.

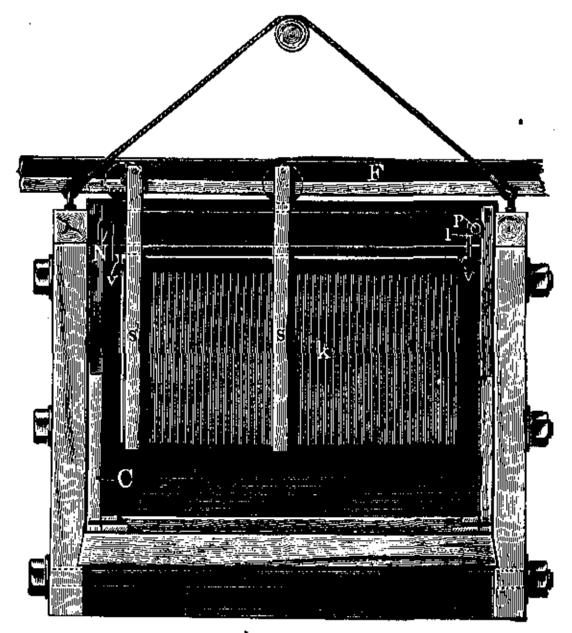
Раствореніе серебра въ азотной кислотѣ производятъ въ фарфоровыхъ, стеклянныхъ, или платиновыхъ сосудахъ, въ которые закладываютъ гранулированный сплавъ серебра, приливаютъ азотной кислоты удѣльнаго вѣса 1,4, разбавленной такимъ же количествомъ по вѣсу воды и слегка подогрѣваютъ. Уже при слабомъ подогрѣваніи начинается крайне энергичное раствореніе серебра въ азотной кислотѣ, которое въ концѣ еще усиливается нагрѣваніемъ сосуда до кипѣнія находящейся въ немъ жидкости. По окончаніи растворенія сливаютъ жидкость и еще два раза кипятятъ остатокъ въ свѣжей азотной кислотѣ. Промытое такимъ образомъ золото обыкновенно сплавляютъ въ графитовыхъ тигляхъ и пускаютъ въ продажу подъ именемъ чистаго золота. Полученный же растворъ выпаривается для полученія твердаго ляписа. Ранѣе же ляписъ прокаливали и получали металлическое серебро.

Вмѣсто описаннаго способа обработки азотною кислотою, начиная съ 19 столѣтія стали примѣнять способъ обработки сѣрною кислотою. Гранулированное серебро кипятятъ съ сѣрною кислотою крѣпостью въ 66° по Бомэ. Серебро реагируетъ съ сѣрною кислотою съ образованіемъ сѣрнокислаго серебра и выдѣленіемъ сѣрнистаго ангидрида. Сѣрнокислое серебро растворяется въ избыткѣ кислоты, растворъ переводятъ въ ящики, выложенные свинцомъ, и изъ него осаждаютъ металлическое серебро обрѣзками жести. Полученный шламъ собираютъ, сушатъ, расплавляютъ въ графитовыхъ тигляхъ съ прибавкою селитры и отливаютъ серебро въ бруски.

Выдѣленіе серебра электролитическимъ путемъ. Мёбіусъ предложилъ очищать серебро электролизомъ и построилъ первую такую фабрику на одномъ изъ мексиканскихъ заводовъ. Позднѣе способъ Мёбіуса съ нѣкоторыми измѣненіями получилъ большое распространеніе на обогатительныхъ фабрикахъ Европы и Америки. Ниже будутъ описаны примѣняемые для электролиза приборы и ходъ операціи, принятые въ настоящее время на нѣкоторыхъ европейскихъ заводахъ. Электролизъ производится въ настоящее время въ просмоленныхъ внутри деревянныхъ ларяхъ, имѣющихъ около 0,600 м. ширины и 3,75 м. длины. Каждый ларь раздѣленъ перегородками на семь отдѣленій, въ каждомъ изъ которыхъ имѣется три ряда анодныхъ пластинъ, расположенныхъ между четырьмя рядами катодовъ. Анодомъ слу-

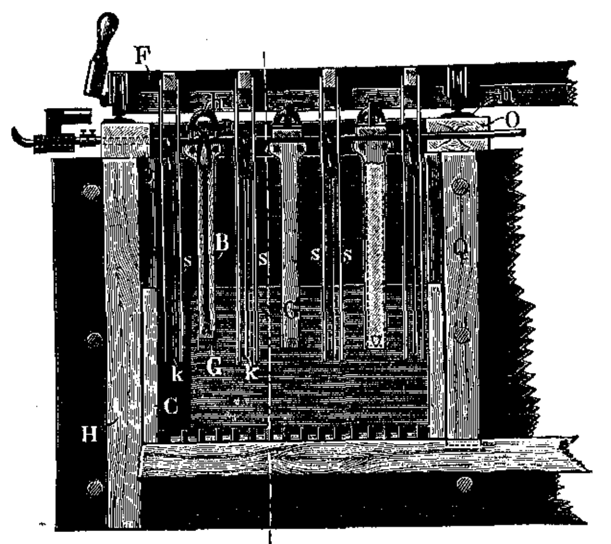
жать пластины изъ бликковаго серебра, катодомъ — пластины чистаго серебра, а электролитомъ — растворъ ляписа, слегка подкисленный азотною кислотою. Аноды (A) заключены въ мѣшки (B) изъ грубаго полотна, для собиранія заключающагося въ бликковомъ серебрѣ золота; катоды висятъ свободно и по бокамъ ихъ устроены деревянныя лопатки, которыми счищаются осѣвшіе на нихъ кристаллы серебра. Кристаллы съ электродовъ попадаютъ въ ящикъ съ диомъ, сдѣланнымъ также изъ полотна. Ящикъ сколоченъ изъ деревянныхъ досокъ и занимаетъ почти все отдѣленіе, предназначенное для данной серіи электродовъ. Электроды, ящикъ и другія приспособленія прикрѣплены къ деревянной рамѣ и могутъ быть вмѣстѣ съ нею вынуты изъ ларя и отодвинуты въ сторону. Аноды каждаго ряда состоятъ изъ нѣсколькихъ пластинъ a (фиг. 539, 540 и 541) въ 6—10 мм. толщиною, подвѣшенныхъ помощью двойныхъ крюковъ h къ металлической рамѣ R, причемъ эта послѣдняя служитъ для подвѣшиванья электродовъ и проводникомъ тока къ нимъ. Для этой цѣли сама рама положена на проводники P и N, причемъ она соприкасается съ проводникомъ отъ анода батареи, а отъ отрицательнаго провода N (фиг. 539) отдѣлена изолирующей прокладкой. Какъ сказано выше, анодныя пластины заключены въ мѣшки изъ грубаго полотна, въ которыхъ задерживается выдѣляющійся изъ пластинъ при растворенія ихъ золотой шламъ. Боковыя стѣнки мѣшковъ состоятъ изъ деревянныхъ рамъ G, между которыми натянуто полотно. Рамы G подобно самимъ анодамъ подвѣшиваются къ общей рамѣ R.

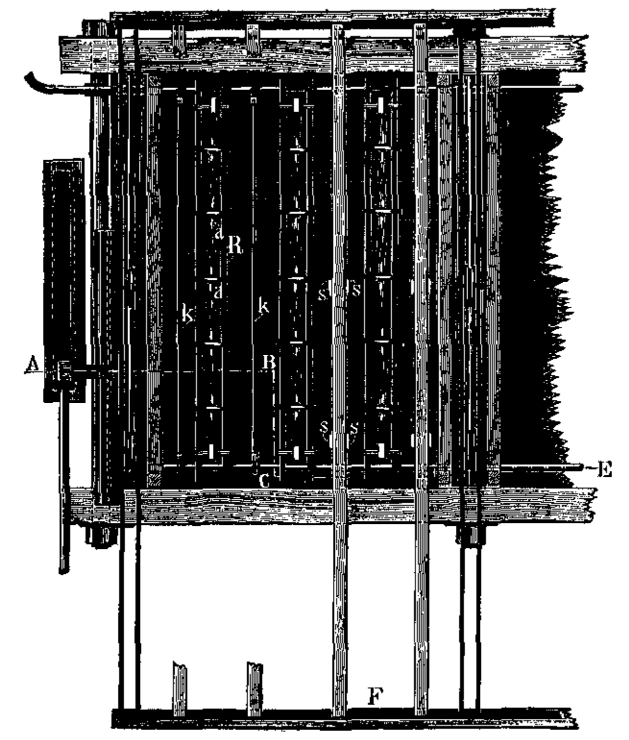




539 и 540. **Приборъ для электролиза серебра.**
539 - разрѣзъ и видъ анoднаго мѣшка. 540—видъ катодныхъ пластинъ.

Рама R можетъ на роликахъ двигаться по рельсамъ n, которые въ свою очередь проложены по поперечинамъ другой рамы O, положенной на верхній край стѣнокъ ларя. Движеніе по рельсамъ n передается рамѣ R отъ эксцентрика, штанга котораго соединена съ ползуномъ k, двигающимся въ направляющихъ вдоль короткой стороны рамы. Крестовина ползуна соединена со штангой эксцентрика и съ выступомъ рамы R. Рама O вмѣстѣ съ подвѣ-





541 и 542. **Поперечный разрѣзъ и планъ ящика для электролиза серебра.**

шенными къ ней проводами, элоктродами и ящиками можетъ подниматься особымъ подъемнымъ устройствомъ.

Въ каждое отдѣленіе ларя вставляется, какъ сказано выше, деревянный ящикъ *C* съ дпомъ изъ грубаго сукна. Стѣпки ящика сдѣланы сплошными; дно же состоитъ изъ нѣсколькихъ брусьевъ, образующихъ родъ рѣшетки. Брусья рѣшетки удерживаются клиньями. На дно кладется грубое сукно, на которомъ и задерживается очищенный съ катодовъ шламъ. Когда шлама накопится достаточно, ящикъ поднимаютъ, вынимаютъ клинья, отчего рѣшетка дна вываливается и сукно съ накопившимся шламомъ легко можетъ быть вынуто изъ ящика и замѣнено новымъ.

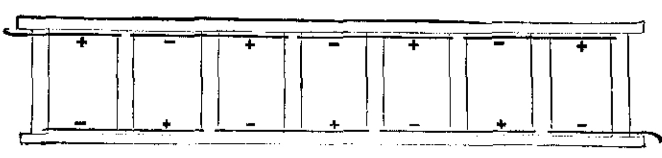
Чтобы имѣть возможность поднимать ящикъ вмѣстѣ съ электродами, между стѣнками его проложены перекладины, за которыя онъ подвѣшивается къ рамѣ электродовъ.

Катоды состоятъ изъ тонкихъ серебряныхъ пластинъ; каждая пластина припаяна къ круглому мѣдному стержню. На выступающіе за пластину катода края стержня надѣты металлическія скобы *V*, которыми анодъ подвѣшивается къ проводникамъ *P* и *N* гальваническаго тока. Къ отрицательному проводнику скоба прикасается непосредственно, а отъ положительнаго отдѣлена изолирующею прокладкою I (фиг. 540). Проводники сдѣланы изъ толстыхъ мѣдныхъ, латунныхъ или бронзовыхъ стержней, такъ какъ кромѣ своей непосредственной цѣли — служить проводниками для тока большой силы, они служатъ для подвѣски электродовъ и мѣшковъ, составляющихъ оболочки этихъ послѣднихъ. Электроды смежныхъ отдѣленій соединены въ цѣпь, какъ это показано на прилагаемомъ схематическомъ рисункѣ 543.

Приспособленіе для очистки анодовъ отъ осѣвшаго на нихъ шлама серебра состоитъ изъ двухъ паръ деревянныхъ пластинокъ S для каждаго электрода (см. фиг. 540, 541 и 542). Пластинки прикрѣплены къ крестовинамъ *F*, охватываютъ электроды съ обѣихъ сторонъ, и передвигая эти пластины, мы можемъ очистить аноды отъ накопившихся на нихъ кристалловъ.

Ходъ процесса при данномъ способѣ электролиза слѣдующій.

Ванну наполняютъ растворомъ ляписа, подкисленнаго азотною кислотою. Растворъ ляписа берется слабый и въ началѣ операціи, пока въ ванну не перешло еще значительное количество вещества анодовъ, состоящихъ, какъ сказано выше, изъ бликковаго серебра, электролитъ состоитъ, главнѣйше, изъ слабой азотной кислоты. Въ этотъ первый періодъ можно, не опасаясь за чистоту осажденія, довести плотность тока до 300 амперъ на квадратный метръ площади электродовъ и тѣмъ значительно ускорить электролизъ. Съ началомъ растворенія анодовъ увеличивается содержаніе серебра и мѣди въ растворѣ (бликковое серебро всегда содержитъ нѣкоторую примѣсь этого металла) и по прошествіи нѣкотораго времени въ ваннѣ будетъ находиться около 4% мѣди, 0,5% серебра и 0,1—1% свободной азотной кислоты. Необходимо, поэтому, время отъ времени прибавлять въ ванну азотной кислоты и уменьшить плотность тока до, примѣрно, 200 амперъ на кв. метръ, такъ какъ въ противномъ случаѣ на катодахъ можетъ начаться осажденіе мѣди. При силѣ тока въ 150 амперъ и рабочей поверхности электродовъ — около 6,75 кв. метра, въ каждомъ изъ отдѣленій ларя въ продолженіе 36 часовъ переносится среднимъ числомъ около 26,1 килограмма серебра съ анода на катодъ. Если, какъ это показано на чертежахъ, мы возьмемъ въ качествѣ анода для каждаго отдѣленія три ряда пластинъ по 5 въ каждомъ, то въ теченіе указанныхъ 36 часовъ отъ каждой пластины растворится около 5 килогр. серебра, что при указанныхъ выше размѣрахъ пластинъ отвѣчаетъ почти полному ихъ вѣсу. Данный способъ даетъ такимъ образомъ возможность достаточно быстро очистить большое количество серебра. Обработка стоитъ сравнительно недорого; содержащееся въ бликковомъ серебрѣ золото извлекается изъ него почти полностью. Наконецъ процессъ идетъ почти безъ выдѣленія вредныхъ для дыханія газовъ, причемъ температура ванны не повышается, такъ какъ сама ванна и электроды являются хорошими проводниками теплоты и ванна время отъ времени хорошо перемѣшивается лопатками для соскабливанія шлама съ катодовъ.



543. **Схема соединенія отдѣльныхъ ящиковъ въ приборѣ для электролиза серебра.**

Каждые 24 часа электроды, и мѣшки для собиранія золота и ящики для серебра поднимаются кверху. Давъ раствору стечь изъ ящика въ ванну, выбиваютъ клинья, задерживающіе рѣшетчатое дно ящика, отчего дно отстаетъ и представляется удобнымъ вынуть полотно вмѣстѣ съ осѣвшимъ на немъ шламомъ серебра. Шламъ промывается водою, высушивается, прессуется, плавится и отливается въ формы.

Разъ или два въ недѣлю, смотря по содержанію золота во взятомъ для анодовъ бликковомъ серебрѣ, перемѣняютъ анодные мѣшки и собираютъ накопившійся въ нихъ золотой шламъ. Шламъ этотъ обрабатывается, въ зависимости отъ своего состава, различными способами, описаніе которыхъ будетъ дано въ статьѣ о золотѣ.

* * *

Серебро (атомный вѣсъ 106, уд. в. 10,5) представляетъ собою бѣлый, сильно блестящій, ковкій и вязкій металлъ, кристаллизирующійся въ правильной системѣ и отличающійся небольшою, сравнительно, твердостью, средней между твердостью золота и мѣди. Температура плавленія серебра близка къ 1000°. Серебро является лучшимъ проводникомъ электричества и теплоты. При высокой температурѣ серебро улетучивается и легко можетъ быть перегнано при температурѣ, развивающейся въ вольтовой дугѣ и въ пламени гремучаго газа. Однимъ изъ характерныхъ и крайне важныхъ для процесса рафинированія и для производства пробъ на серебро свойствъ этого металла является способность расплавленнаго серебра поглощать значительное количество кислорода. При охлажденіи кислородъ выдѣляется изъ металла, прорывая образовавшуюся на поверхности послѣдняго корку твердаго серебра. Такое быстрое выдѣленіе кислорода сопровождается потерею значительнаго количества серебра, вслѣдствіе разбрызгиванья его выдѣляющимся газомъ.

Изъ металловъ, растворяющихъ серебро или растворяющихся въ немъ, слѣдуетъ назвать свинецъ, ртуть, мѣдь и цинкъ.

Серебро принадлежитъ къ числу благородныхъ металловъ, не подвергающихся дѣйствію атмосфернаго воздуха ни при какихъ условіяхъ температуры и влажности. Изъ металлоидовъ легче всего дѣйствуютъ на серебро галлоиды и особенно хлоръ, который реагируетъ съ серебромъ непосредственно, образуя хлористое серебро. Сѣра также дѣйствуетъ непосредственно на серебро, равно какъ и сѣрнистый водородъ, который превращаетъ серебро въ черное сѣрнистое серебро. Серебро растворяется въ азотной и въ концентрированной сѣрной кислотахъ. Хлористыя соединенія различныхъ металловъ ($Cu\,Cl_2$, $Hg\,Cl_2$, $Fe_2\,Cl_6$) легко отдаютъ часть своего хлора серебру, превращая его въ хлористое серебро, которое въ свою очередь растворяется во многихъ другихъ соляхъ, образуя съ ними двойныя соли. Ціанистыя щелочи легко образуютъ съ серебромъ, галлоидными и сѣрнокислою солями серебра легко растворимыя двойныя соли.

Чистое серебро употребляется для приготовленія различныхъ серебряныхъ солей, находящихъ себѣ обширное примѣненіе въ фотографіи. Далѣе изъ него готовятъ различные физическіе и химическіе приборы. Сказаннымъ въ связи съ примѣненіемъ его для серебренія различныхъ издѣлій и исчерпываются почти всѣ случаи примѣненія чистаго серебра въ техникѣ. Сплавы же серебра съ мѣдью и другими металлами, содержащіе иногда до 90% чистаго металла, находятъ себѣ обширное примѣненіе для чеканки монеты, для приготовленія предметовъ домашней утвари и различныхъ украшеній, отличающихся иногда большимъ изяществомъ и художественностью отдѣлки.

Золото.

Золото встрѣчается въ природѣ сравнительно часто, но лишь въ крайне рѣдкихъ случаяхъ наблюдаются скопленія этого металла въ количествѣ, заслуживающемъ добычи. Такъ, золото является разсѣяннымъ въ ничтожномъ количествѣ во многихъ рудахъ, горныхъ породахъ и продуктахъ разрушенія коренныхъ породъ, но лишь въ рѣдкихъ случаяхъ и въ немногихъ сравнительно мѣстахъ на земномъ шарѣ мы имѣемъ дѣло съ настоящими мѣсторожденіями этого металла, дѣлающими добычу его экономически выгодною. Во всѣхъ почти мѣсторожденіяхъ золото встрѣчается въ самородномъ видѣ и въ сплавахъ съ другими металлами и изъ настоящихъ рудъ золота сколько нибудь часто встрѣчаются лишь теллуристыя соединенія этого металла. Слѣды золота встрѣчаются во всѣхъ почти мѣдныхъ, свинцовыхъ и серебряныхъ рудахъ. Въ природѣ встрѣчаются два типа мѣсторожденія золота —

жильныя или коренныя, гдѣ золото встрѣчается вкрапленнымъ въ коренныя породы (жильное или рудное золото) и разсыпныя или наносныя, гдѣ зерна металла заключены въ массѣ обломочнаго матеріала, происшедшаго отъ разрушенія коренныхъ мѣсторожденій (разсыпное или намывное золото).

Золото добывается изъ рудъ, заводскихъ продуктовъ и остатковъ однимъ изъ слѣдующихъ способовъ:

1. Механическою обработкою или обогащеніемъ рудъ;
2. раствореніемъ въ другихъ металлахъ (въ ртути и иногда свинцѣ);
3. химическою обработкою (раствореніемъ и послѣдующимъ осажденіемъ золота изъ раствора) и
4. электролизомъ.

Описаніе всѣхъ указанныхъ способовъ и составитъ предметъ настоящей статьи.

Добыча золота механическою обработкою золотосодержащихъ матеріаловъ.

Механическая обработка золотосодержащихъ матеріаловъ производится крайне удобно, благодаря значительной разницѣ удѣльныхъ вѣсовъ золота и золотосодержащихъ породъ. Благодаря этой разницѣ, т. е. благодаря большому удѣльному вѣсу золота, промывкою легко отдѣлить сколько нибудь крупныя частицы металла. Но значительная часть золота содержится въ породѣ въ видѣ мельчайшихъ частицъ. И эта то часть теряется при промывкѣ, такъ какъ она сносится водою съ золотопромывальныхъ устройствъ, попадая въ отбросы производства. Вотъ почему данный способъ обработки золотосодержащихъ породъ примѣняется лишь въ странахъ малокультурныхъ, гдѣ золотопромышленники стараются въ возможно короткое время получить изъ открытыхъ мѣсторожденій по возможности больше золота, не заботясь о тѣхъ потеряхъ, которыми сопровождается этотъ способъ добычи драгоцѣннаго металла. Это же обстоятельство послужило, по всей вѣроятности, причиною того, что данный способъ, несмотря на всю давность своего примѣненія, производится въ приборахъ крайне примитивнаго устройства.

Промывка золотоносныхъ породъ въ общемъ заключается въ раздѣленіи матеріала, предварительно измельченнаго, по удѣльному вѣсу. Съ этою цѣлью матеріалъ промываютъ струею воды, которая смываетъ болѣе легкія части и осаждаетъ болѣе тяжелыя на днѣ золотопромывальныхъ устройствъ.

Простѣйшіе приборы, которыми, напримѣръ, пробуется содержаніе золота въ розсыпи при развѣдкѣ, представляютъ собою жестяные тазы, края которыхъ расширяются кверху. Въ тазъ заваливаютъ золотосодержащій песокъ, приливаютъ воды и покачиваньемъ таза стараются поднять весь матеріалъ кверху, послѣ чего даютъ тяжелымъ частямъ осѣсть на дно. Легкій шламъ остается взвѣшеннымъ въ водѣ; его сливаютъ, а тяжелый золотой шламъ собираютъ и, когда его накопится достаточное количество, обрабатываютъ въ томъ же тазѣ ртутью, чтобы растворить содержащееся въ немъ золото.

Вмѣсто этихъ лотковъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ розсыпь дала хорошее содержаніе золота, устраиваютъ длинные качающіеся желоба, на которыхъ золотосодержащій песокъ промывается струею воды, поступающей вмѣстѣ со шламомъ на верхнюю часть желоба.

Наконецъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ значительное содержаніе и размѣры даннаго мѣсторожденія позволяютъ разсчитывать на болѣе продолжительную эксплуатацію послѣдняго, устраиваютъ настоящія золотопромывательныя фабрики, снабженныя болѣе совершенными приборами для измельченія, промывки и амальгамаціи рудъ. Описаніе всѣхъ этихъ приборовъ мы и помѣщаемъ въ статьѣ о добычѣ золота раствореніемъ его въ другихъ металлахъ.

Раствореніе золота въ другихъ металлахъ.

Раствореніе золота сплавленіемъ его со свинцомъ производится, главнѣйше, при обработкѣ золотосодержащихъ серебряныхъ рудъ. Самое сплавленіе со свинцомъ, а равно и послѣдующее извлеченіе благородныхъ металловъ изъ полученнаго веркблея были уже описаны въ статьѣ объ обработкѣ серебряныхъ рудъ, почему мы и не будемъ повторять это описаніе здѣсь.

Замѣтимъ только, что при рафинированіи веркблея значительная часть содержащагося въ немъ золота даетъ съ мѣдью трудноплавкій сплавъ, который снимается съ поверхности ванны при зейгерованіи веркблея. Также точно при обогащеніи веркблея цинкомъ золото, вмѣстѣ съ мѣдью, собирается въ такъ называемой мѣдной пѣнѣ, образующейся на поверхности веркблея послѣ присадки къ нему первыхъ порцій цинка.

Амальгамація. Гораздо большимъ распространеніемъ при обработкѣ золотосодержащихъ породъ пользуется процессъ растворенія металлическаго золота въ ртути, съ которою оно легко даетъ амальгаму и изъ которой ртуть легко удаляется выпариваніемъ.

Если золото содержится въ породѣ въ видѣ самороднаго золота и если въ породѣ содержится лишь очень небольшое количество галлоидныхъ и сѣрнистыхъ соединеній серебра и золота, то амальгамацію ведутъ безъ какой-либо предварительной химической обработки рудъ и для обогащенія послѣднихъ ихъ подвергаютъ только механической обработкѣ, состоящей изъ измельченія и промывки рудъ. Амальгамація составляетъ такимъ образомъ только часть операціи мокраго обогащенія рудъ и для извлеченія золота въ этомъ случаѣ требуются только приборы для измельченія золотоносной породы, ея промывки и особые приборы — амальгаматоры, въ которыхъ золото амальгамируется ртутью.

Эти отдѣльные процессы измельченія, промывки и амальгамаціи золотосодержащихъ породъ вступаютъ въ разнообразныя комбинаціи другъ съ другомъ и въ зависимости отъ этого получаются различные способы работы, нашедшіе себѣ примѣненіе въ техникѣ.

Гидравлическій способъ разработки золотоносныхъ розсыпей нашелъ себѣ обширное примѣненіе въ Калифорніи при обработкѣ розсыпей, отличающихся убогимъ содержаніемъ золота въ нихъ, но большими размѣрами розсыпи, позволяющими разсчитывать на многолѣтнюю разработку и затратить большіе капиталы на первоначальное обзаведеніе съ цѣлью удешевить добычу и обработку золотоносной породы. Способъ этотъ, описанный выше (стр. 151), состоитъ въ томъ, что порода розсыпи разрушается ударяющею въ забой струей воды, подъ давленіемъ около 15 атмосферъ; обвалившіяся глыбы породы тою же водою измельчаются и смываются въ длинный шлюзъ шириною въ 1 метръ и такой же примѣрно глубины. Почва шлюза вымощена камнями или деревянными торцами, въ которыхъ были сдѣланы карманы — поперечные желоба съ заложенной въ нихъ ртутью для амальгамированья осѣвшихъ въ карманахъ тяжелыхъ частицъ золота. Для улавливанья мельчайшихъ частицъ золота въ почвѣ шлюза и особенно въ нижней его части устроено нѣсколько широкихъ и глубокихъ ящиковъ, на днѣ которыхъ осѣдаютъ болѣе мелкія части, благодаря имѣющемуся здѣсь значительному уменьшенію скорости движенія струи.

Время отъ времени промывку мути останавливаютъ и вынимаютъ собравшуюся въ карманахъ амальгаму, причемъ, очевидно, съемъ амальгамы придется чаще дѣлать въ верхнихъ частяхъ шлюза, такъ какъ золото по причинѣ большого своего удѣльнаго вѣса собирается именно въ этихъ частяхъ. Для собиранія амальгамы сначала на нижнемъ концѣ той части шлюза, съ которой она собирается, кладутъ поперечныя лежни, чтобы задер-

жать амальгаму; затѣмъ вынимаютъ камни и торцы почвы шлюза и смываютъ находящуюся на шлюзѣ амальгаму свѣжей ртутью, которая собираетъ отдѣльные комки амальгамы въ одну общую массу. Амальгаму вычерпываютъ и выпариваютъ въ особыхъ печахъ, устройство которыхъ будетъ описано ниже.

Гидравлическій способъ разработки золотоносныхъ розсыпей требуетъ для своего производства огромныхъ массъ воды, подъ очень большимъ давленіемъ.

Для полученія этой воды устраиваютъ громадные пруды въ богатыхъ осадками верхнихъ частяхъ хребта и проводятъ отъ нихъ водопроводы, иногда въ нѣсколько сотъ верстъ длиною къ склонамъ холмовъ, образуемыхъ золотоносными розсыпями. Устройство такого обширнаго водяного хозяйства требовало затраты большихъ капиталовъ, но затраты эти вознаграждались сторицею, благодаря необычайной производительности способа, позволяющаго въ короткое время и съ ничтожной затратой ручного труда добыть и промыть огромныя массы породы. Какъ уже сказано выше, результатомъ примѣненія гидравлическаго способа являлось часто затопленіе пашенъ въ сосѣднихъ долинахъ громаднымъ количествомъ стекающаго со шлюзовъ шлама, почему способъ этотъ былъ въ 1883 году запрещенъ законодательнымъ собраніемъ штатовъ и вновь разрѣшенъ въ 1887 году въ тѣхъ только случаяхъ, когда его примѣненіе не нарушало законныхъ интересовъ земледѣлія и судоходства.

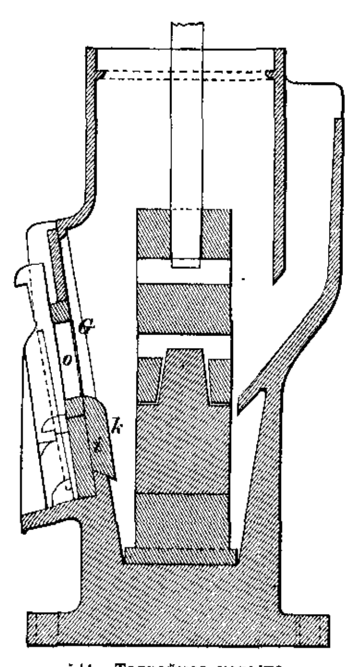
Приборы для совмѣстнаго измельченія и амальгамаціи золотоносныхъ рудъ. Многія породы содержатъ золото такъ мелко вкрапленнымъ, что представлялось необходимымъ тщательное истираніе породы вмѣстѣ со ртутью, чтобы сдѣлать свободными и слѣдовательно доступными для амальгамированья мельчайшія частицы золота, содержащіяся въ породѣ. При такихъ условіяхъ пришлось вести измельченіе породы съ водою и слѣдовательно прибѣгнуть къ приборамъ для мокраго измельченія рудъ, сходнымъ по своему устройству съ бѣгунами и толчеями, примѣняемыми уже давно для измельченія различныхъ матеріаловъ, напримѣръ, на фарфоровыхъ заводахъ.

Такъ, напримѣръ, на нѣкоторыхъ обогатительныхъ фабрикахъ въ Мексикѣ и у насъ на Уралѣ и въ Сибири пользуются и до настоящаго времени большимъ распространеніемъ обыкновенные бѣгуны, состоящіе изъ плоской чаши съ каменнымъ дномъ, въ которой двигаются два бѣгуна. Подъ бѣгуны кладется смѣсь руды со ртутью; руда истирается бѣгунами и сдѣлавшіяся свободными частицы золота улавливаются ртутью. Каждое утро, передъ заваломъ свѣжей порціи руды и ртути, въ бѣгуны приливаютъ воды, перемѣшиваютъ всю массу и смываютъ легкій, не содержащій золота и амальгамы шламъ въ особый желобъ, по которому онъ уносится или прямо въ отвалъ, или въ особые приборы, для обработки мелкихъ шламовъ съ цѣлью извлечь содержащееся въ нихъ мелкое золото. По прошествіи нѣсколькихъ дней, когда въ числѣ бѣгуновъ соберется достаточное количество амальгамы, послѣднюю собираютъ, высушиваютъ, прокаливаютъ и собираютъ оставшееся въ чашечкѣ золото.

Изъ новѣйшихъ, болѣе совершенныхъ приборовъ этого типа заслуживаетъ вниманія чаша Гуитингтона, нашедшая себѣ примѣненіе на многихъ обогатительныхъ фабрикахъ сѣверной Америки, а равно и описанныя выше шаровыя или ядерныя мельницы, въ которыхъ порода перетирается со ртутью тяжолыми чугунными шарами, также нашли себѣ обширное примѣненіе при обработкѣ золотоносныхъ рудъ.

При кварцеватыхъ породахъ, въ которыхъ содержится золото, наиболѣе цѣлесообразнымъ приборомъ для измельченія ихъ являются толчеи, которыя пользуются поэтому повсемѣстнымъ распространеніемъ на золотопромывательныхъ фабрикахъ. Толченіе примѣняется мокрое, причемъ въ толчейное ко-

рыто вмѣстѣ съ породой закладывается ртуть, для амальгамированья свободнаго золота. Для улавливанья мелкаго золота передняя стѣнка корыта (фиг. 544) состоитъ изъ мѣдной доски, покрытой амальгамой и вставленной въ деревянную раму *i*. Въ доску вставлено сито *G*, черезъ которое мелкая муть вмѣстѣ съ водою выходитъ изъ прибора и поступаетъ въ желобъ и по этому послѣднему отводится къ другимъ амальгамирнымъ приборамъ. Матеріалъ вмѣстѣ съ водою поступаетъ по особому желобу въ задней стѣнкѣ толчейнаго корыта. По тому же желобу въ корыто время отъ времени прибавляется ртуть для амальгамаціи. Башмаки пестовъ сдѣланы вставными и легко замѣняются новыми. Стулья пестовъ также вставные и легко замѣняются новыми по мѣрѣ изнашиванья. Время отъ времени работу толчеи прекращаютъ и вынимаютъ скопившуюся въ корытѣ амальгаму.



544. Толчейное корыто.

Приборы, спеціально предназначенные для амальгамаціи уже измольченной породы. Выходящая изъ толчейныхъ корытъ и другихъ приборовъ для измельченія породы муть содержитъ всегда значительное количество золота въ видѣ мельчайшихъ частицъ, которыя остаются взвѣшенными въ водѣ и не захватываются ртутью. Чтобы избѣжать потери этой части мелкаго золота, муть не пускаютъ прямо въ освѣтительные бассейны, а проводитъ сначала по цѣлому ряду приборовъ, гдѣ мельчайшія частицы золота амальгамируются или свободной ртутью, или амальгамою другихъ металловъ.

Самымъ простымъ устройствомъ этого рода является деревянный желобъ съ расположенными въ немъ уступами мѣдными досками, покрытыми ртутью или амальгамой серебра или натрія, которая улавливаетъ золото даже лучше, чѣмъ чистая ртуть. Такіе амальгаматоры очень часто устраиваются при толчейныхъ ставахъ и на рис. 545 показаны два толчейныхъ става съ такими амальгаматорами конструкціи фирмы Грузонверкъ въ Буккау.

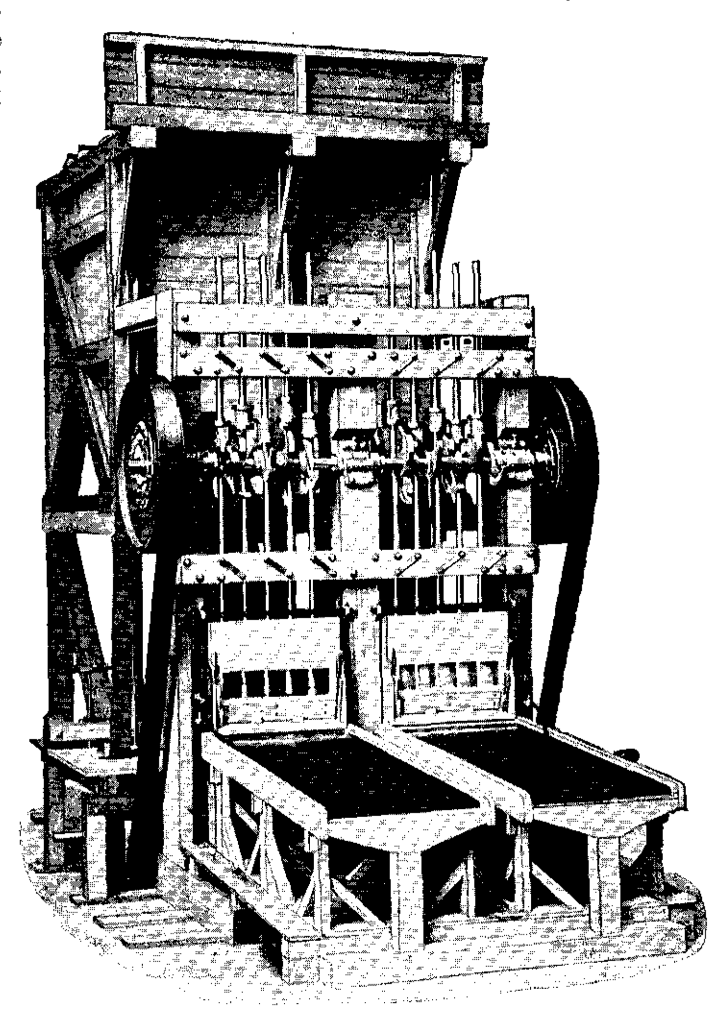
Время отъ времени (не менѣе одного раза въ день) амальгаму счищаютъ съ досокъ особыми скребками и покрываютъ ихъ свѣжимъ слоемъ ртути, натеревъ предварительно поверхность доски растворомъ ціанистаго калія.

Иногда въ желобахъ оставляютъ такъ называемые карманы — углубленія, идущія поперекъ желоба, наполненныя ртутью. Въ такихъ приборахъ амальгама снимается гораздо рѣже — обыкновенно разъ въ 3—6 дней въ верхнихъ карманахъ, гдѣ больше всего собирается золота. Для съема амальгамы сначала вычерпываютъ бѣдную золотомъ жидкую ртуть, послѣ чего уже вынимаютъ амальгаму.

Кромѣ вышеописанныхъ желобчатыхъ амальгаматоровъ большимъ распространеніемъ пользуются приборы, устроенные въ видѣ чашъ съ вращающейся въ нихъ частью для перемѣшиванья шлама.

Старѣйшими изъ приборовъ этого типа являются венгерскіе амальгаматоры, состоящіе изъ чугунной чаши, въ которой вращается на оси башмакъ, наружная поверхность котораго соотвѣтствуетъ внутреннему очертанію чаши. Въ центрѣ башмака сдѣлана воронка, черезъ которую поступаетъ подлежащій обогащенію шламъ. Въ чашу наливается ртуть до такой высоты, чтобы

сдѣланные на нижней поверхности башмака зубцы слегка задѣвали за поверхность ртути. При вращеніи башмака эти зубцы перемѣшиваютъ попавшій подъ нихъ шламъ со ртутью и тѣмъ содѣйствуютъ болѣе полной амальгамаціи содержащагося въ шламѣ золота. Оставшійся шламъ всплываетъ на поверхность ртути и по желобу, сдѣланному въ краяхъ чаши, стекаетъ въ другой амальгаматоръ такого-же устройства и оттуда поступаетъ или прямо въ отвалъ, или на описанные желобчатые амальгаматоры съ мѣдными листами для улавливанья тончайшихъ частицъ золота.



545. Толчейный ставъ съ амальгаматорами.

Болѣе новый амальгаматоръ Лассло отличается отъ венгерскихъ чашъ, главнѣйше, тѣмъ, что муть въ немъ остается болѣе продолжительное время въ соприкосновеніи со ртутью и слѣдовательно содержащееся въ шламѣ золото лучше улавливается ею. Чаша раздѣлена кольцевыми стѣнками на три концентрическихъ отдѣленія. Въ башмакѣ сдѣланы соотвѣтствующія стѣнкамъ углубленія, а къ выступамъ башмака придѣланы мѣшалки изъ угловаго желѣза, для перемѣшиванья мути со ртутью. Помощью регулирующаго винта башмакъ устанавливается на такой высотѣ, чтобы мѣшалки слегка касались налитой въ чашу ртути. Муть для амальгамаціи поступаетъ по желобу и воронкѣ въ центральное отдѣленіе чаши и переливается послѣдовательно въ среднее и наружное отдѣленія, причемъ она перемѣшивается со ртутью, по желобу переходитъ во второй амальгаматоръ, откуда она проводится по желобу въ ларь для спуска въ отвалъ.

Руды, содержащія кромѣ золота много серебра въ видѣ сѣрнистыхъ, мышьяковистыхъ и сурьмянистыхъ соединеній этого металла, а равно и руды, содержащія много колчедановъ, подвергаются передъ амальгамаціей хлорирующему обжигу.

Обжигъ ведется въ печахъ, по своему устройству сходныхъ съ печами

для хлорирующаго обжига мѣдныхъ рудъ; описаніе этихъ печей будетъ сдѣлано въ статьѣ о добычѣ мѣди.

Послѣ обжига слѣдуетъ амальгамація рудъ въ бочкахъ, склепанныхъ изъ толстыхъ дубовыхъ или сосновыхъ досокъ. Для амальгамаціи берутся обыкновенно нѣсколько такихъ вращающихся бочекъ, которымъ передается вращеніе зубчатымъ приводомъ отъ общаго вала. Каждая бочка расположена между желобомъ, черезъ который поступаетъ свѣжая муть, и желобомъ для отвода обработанной мути. Въ бочки заваливаютъ сначала смѣсь руды съ водою и съ желѣзной ломью, которая осаждаетъ серебро изъ получившагося при обжигѣ хлористаго его соединенія и переводитъ мѣшающія амальгамаціи хлорное желѣзо и хлорную мѣдь въ хлористыя соединенія этихъ металловъ. Такое осажденіе металлическаго серебра и возстановленіе хлорныхъ соединеній желѣза и мѣди въ хлористыя продолжается нѣсколько часовъ, причемъ бочки непрерывно вращаются, дѣлая около 10 оборотовъ въ минуту. Когда этотъ процессъ закончился, въ бочку приливаютъ ртути, послѣ чего скорость вращенія бочки увеличиваютъ до 20 оборотовъ въ минуту.

По прошествіи 15—20 часовъ процессъ амальгамаціи заканчивается, въ бочку приливаютъ воды и еще часа два-три промываютъ содержимое водою, причемъ вращеніе бочки производится очень медленно. Послѣ промывки изъ бочки спускаютъ сначала амальгаму, а затѣмъ оставшійся шламъ.

Вмѣсто бочекъ ведутъ амальгамацію въ деревянныхъ чашахъ, дно и часть стѣнокъ которыхъ выложены мѣдными листами. Въ чашахъ вращаются мѣдные же башмаки, которыми перетирается заложенная въ чашу руда съ водою, причемъ мѣдь башмаковъ, дна и стѣнъ чаши подобно желѣзу осаждаетъ серебро и возстановляетъ полученное при обжигѣ хлорныя желѣзо и мѣдь въ хлористыя соединенія этихъ металловъ.

По прошествіи нѣсколькихъ часовъ дѣйствія чаши въ нее приливаютъ ртуть, для амальгамаціи содержащагося въ рудѣ металлическаго золота. Описанный способъ амальгамаціи подъ именемъ процесса Франка-Тина примѣняется на многихъ серебряныхъ рудникахъ южной Америки.

Для рудъ, содержащихъ серебро въ видѣ галлоидныхъ соединеній этого металла и золото въ видѣ самороднаго золота, примѣняется предложенный Кальдерономъ способъ амальгамаціи въ мѣдныхъ котлахъ въ присутствіи кипящаго раствора поваренной соли. Предварительнаго обжига рудъ въ этомъ случаѣ не требуется: руда необожженною закладывается въ мѣдный котелъ или деревянный сосудъ съ мѣднымъ дномъ въ видѣ чаши; въ котелъ приливаютъ воды и нагрѣваютъ до кипѣнія послѣдней. Далѣе прибавляютъ поваренной соли и по раствореніи послѣдней прибавляютъ ртуть четырьмя порціями съ промежуткомъ въ $1^1/_2$—2 часа между прибавленіемъ смежныхъ порцій. Мѣдь сосуда осаждаетъ изъ галлоидныхъ соединеній серебра — металлическое серебро, превращаясь сама въ хлористую мѣдь, растворяющуюся въ избыткѣ раствора поваренной соли. Часть серебра возстановляется, впрочемъ, ртутью, которая сама переходитъ въ хлористую ртуть и такимъ образомъ теряется для амальгамаціи.

По окончаніи амальгамаціи разбавленный водою растворъ вычерпываютъ изъ сосуда, а скопившійся на днѣ шламъ съ амальгамою вынимаютъ и обрабатываютъ въ деревянныхъ лоткахъ ртутью, чтобы растворить въ ней амальгаму.

Кренко предложилъ руды, содержащія кромѣ самороднаго золота и хлористаго серебра также и сѣрнистыя соединенія этого металла, обрабатывать горючимъ растворомъ хлористой мѣди въ растворѣ поваренной соли. По мнѣнію Кренке хлористая мѣдь переведетъ сѣрнистое серебро въ хлористое, превращаясь сама въ сѣрнистую мѣдь. Изъ полученнаго такимъ образомъ хлористаго серебра металлъ осаждается свинцовой или цинковой амальгамой,

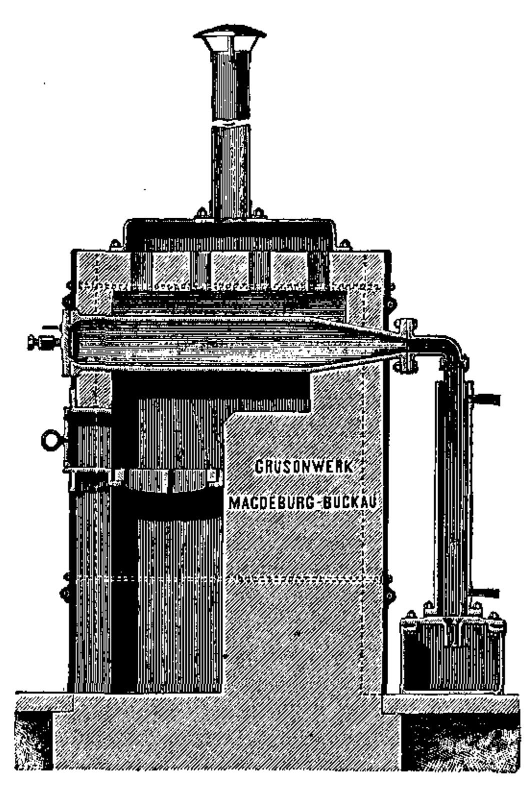
причемъ въ реакцію вступаютъ только цинкъ, или свинецъ амальгамы; ртуть же въ присутствіи этихъ металловъ въ реакцію съ хлористымъ серебромъ не вступаетъ и служитъ для амальгамаціи золота. Амальгамаціи предшествуетъ измельченіе рудъ сначала въ валкахъ, а затѣмъ подъ бѣгунами, послѣ чего шламъ осаждается въ воронкахъ Ратингера и вышеописанному процессу подвергается только осѣвшій въ воронкахъ обогащенный шламъ. Шламъ этотъ заваливаютъ въ бочки; приливаютъ раствора поваренной соли и хлористой мѣди и въ продолженіе примѣрно $1/2$ часа вращаютъ бочки, чтобы растворъ хорошо обмылъ руду. Затѣмъ въ бочки заваливаютъ сразу цинковую или свинцовую амальгаму и жидкую ртуть для амальгамированья золота и частью серебра. Полученная амальгама содержитъ всегда мѣдь въ видѣ окиси мѣди, которая легко удаляется обработкою амальгамы растворомъ полухлористой мѣди, или углекислаго аммонія. Заканчивая описаніе процессовъ извлеченья золота амальгамаціею, упомянемъ еще о примѣняемомъ уже съ 16 столѣтія способѣ амальгамаціи въ кучахъ и о способѣ амальгамаціи въ чанахъ, предложенномъ Вашгоэ.

Способъ амальгамаціи въ кучахъ, извѣстный подъ названіемъ способа Паціо, былъ выработанъ еще въ 16 столѣтіи и, начиная съ того времени, примѣняется еще и теперь на многихъ рудникахъ Центральной и Южной Америки. Способъ этотъ примѣняется для амальгамаціи рудъ, содержащихъ самородное золото и серебро и небольшое, сравнительно, количество простѣйшихъ сѣрнистыхъ соединеній серебра. Во всякомъ случаѣ въ рудѣ не должно заключаться сѣрнистыхъ соединеній мѣди, желѣза, цинка, свинца, такъ какъ присутствіе этихъ металловъ мѣшаетъ амальгамаціи. Галлоидныхъ соединеній серебра также не должно быть въ рудѣ, такъ какъ въ присутствіи этихъ соединеній значительная часть ртути идетъ на ихъ разложеніе и такимъ образомъ теряется для амальгамаціи. Передъ обработкою руду измельчаютъ въ толчеяхъ или подъ бѣгунами. Затѣмъ шламъ, содержащій значительное количество воды, складывается въ кучи на особыхъ дворахъ (Patio— по испански), вымощенныхъ каменными плитами, причемъ во избѣжаніе потери ртути кучи окружаютъ невысокими стѣнками изъ песку. Черезъ день послѣ укладки кучи съ нея стекаетъ вода, которая частью просачивается черезъ песчаныя стѣнки, частью испаряется, и можно приступить къ присадкѣ различныхъ примѣсей.

Сначала прибавляютъ отъ 4 до 5% хлористаго натра въ видѣ поваренной или, что чаще, морской соли. Соль разбрасываютъ лопатой по поверхности кучи, тщательно перемѣшиваютъ съ рудою и топчутъ мулами, для лучшаго перемѣшиванья вещества кучи. Такимъ же точно образомъ въ кучу прибавляютъ мѣднаго купороса или остатковъ отъ обжига мѣднаго колчедана, перемѣшиваютъ и топчутъ. Немного спустя въ кучу приливаютъ ртути, которую разбрызгиваютъ по всей поверхности кучи и послѣднюю снова растаптываютъ мулами. За ртутью слѣдуетъ новая прибавка мѣднаго колчедана, послѣ чего куча топчется по нѣскольку разъ въ день. По прошествіи нѣсколькихъ недѣль такой обработки кучи, изъ мѣднаго купороса и поваренной соли получается хлористая мѣдь, которая частью ртутью и частью сѣрнистыми соединеніями серебра возстановляется въ полухлористую, которая въ свою очередь разлагаетъ сѣрнистое серебро съ выдѣленіемъ сѣрнистой мѣди и металлическаго серебра. Ртуть также принимаетъ участіе въ разложеніи сѣрнистыхъ и галлоидныхъ соединеній серебра. Содержащіяся въ рудѣ самородныя золото и серебро, а равно и осѣвшее изъ сѣрнистыхъ и галлоидныхъ соединеній металлическое серебро амальгамируются ртутью.

По окончаніи амальгамаціи содержимое кучи складываютъ въ деревянные чаны, снабженные мѣшками, и промываютъ водою при непрерывномъ перемѣшиваньи массы. При этомъ тяжелая амальгама легко отдѣляется отъ легкаго шлама.

Въ способѣ Вашгоэ руда подвергается сначала крупному дробленію — въ дробилкахъ Блекка, затѣмъ поступаетъ въ мокрое толченіе на толчеяхъ, послѣ чего производится амальгамація руды въ плоскихъ чанахъ, снабженныхъ жерновами, которыми муть истирается и смѣшивается со ртутью. Дно чаши выложено желѣзными плитами, между которыми остаются углубленія, по своему виду напоминающія насѣчку мельничныхъ жернововъ. Такимъ же плитами выложена и нижняя прилегающая къ чашѣ поверхность вращающихся жернововъ. Вмѣстѣ съ мутью въ чашу заливается ртуть, растворъ поваренной соли и мѣднаго купороса, дѣйствіе которыхъ было уже изложено выше. Для ускоренія процесса чашу подогрѣваютъ, для чего по окружности дна проложены трубы, въ которыхъ циркулируетъ газъ. Плиты дна чаши и жернова сильно истираются отъ тренія о твердыя частицы руды и ихъ часто приходится замѣнять новыми.



546. **Печь для прокаливанія амальгамы.**

Полученная на различныхъ приборахъ амальгама снимается, кладется въ особые сосуды и перемѣшивается съ ртутью и водою. Ртуть растворяетъ амальгаму, а водой промываютъ послѣднюю, чтобы удалить постороннія примѣси. Полученную жидкую амальгаму продавливаютъ черезъ кожаные мѣшки діаметромъ 250 и длиною около 600—800 мм. Мѣшки подвѣшены въ особыхъ сосудахъ, дно которыхъ сдѣлано въ видѣ воронки для ската капель ртути, а верхній край предохраняетъ отъ *разбрызгиванья ртути*. Черезъ кожу продавливается жидкая бѣдная золотомъ амальгама, богатая же остается въ мѣшкѣ въ видѣ густой тѣстообразной массы. Эту амальгаму или выпариваютъ подъ колоколомъ, для чего изъ нея формуютъ небольшой шарикъ или кирпичъ, или же нагрѣваютъ въ ретортѣ. Ртуть въ первомъ случаѣ собирается въ подставленный ниже сосудъ съ водою, а во второмъ отгоняется въ пріемникъ. На рисункѣ 546 представлена такая печь фирмы Грузонверкъ.

Извлеченіе золота переводомъ его въ растворенныя соединенія и послѣдующимъ осажденіемъ металлическаго золота изъ раствора.

Хлоринація. Изъ различныхъ химическихъ реагентовъ легче всего дѣйствуетъ на золото хлоръ, почему хлоринація золотоносныхъ рудъ является однимъ изъ важнѣйшихъ процессовъ химической обработки послѣднихъ. Понятно, что при этомъ слѣдуетъ избѣгать подвергать хлоринаціи руды, содержащія такія соединенія, которыя легко поддаются дѣйствію хлора, такъ какъ въ такомъ случаѣ значительная часть выдѣляющагося хлора уходитъ на разложеніе названныхъ веществъ, теряясь для хлоринаціи золота. Часть та-

кихъ вредныхъ для хлоринаціи примѣсей, къ числу которыхъ относятся: мѣдь, свинецъ, цинкъ, желѣзо, мышьякъ, сурьма, теллуръ, сѣра, известь и магнезія, удаляется простымъ обжиганіемъ рудъ или обжиганіемъ съ послѣдующимъ выщелачиваньемъ водою, или наконецъ обжиганіемъ съ какими либо химическими реагентами.

Хлоринація ведется обыкновенно въ присутствіи солей и кислотъ, въ неподвижныхъ сосудахъ или во вращающихся сосудахъ, съ цѣлью возможно лучшаго перемѣшиванья массы со способствующими хлоринаціи веществами и съ цѣлью облегчить хлору доступъ къ частицамъ руды. Для хлоринаціи какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ пользуются или готовымъ хлоромъ, или получаютъ хлоръ во время самаго процесса въ тѣхъ же приборахъ, въ которыхъ производится хлоринація. Изъ двухъ способовъ обработки — способъ обработки съ перемѣшиваньемъ руды получилъ наибольшее распространеніе и различными лицами было предложено множество крайне разнообразныхъ приборовъ для болѣе удобнаго производства хлоринаціи. Наибольшимъ распространеніемъ изъ приборовъ этого рода пользуются бочки, въ которыхъ руда перемѣшивается при вращеніи съ прибавленными въ бочку примѣсями.

Хлоринаціи предшествуетъ измельченіе и, въ случаѣ надобности, обжигъ рудъ. Сначала руда поступаетъ на дробилки Блекка, откуда получаются куски руды максимумъ въ 25 мм. въ поперечникѣ и берется проба руды. За крупнымъ дробленіемъ слѣдуетъ обыкновенно сушка руды, для чего на большихъ фабрикахъ употребляются печи съ вращающимся цилиндрическимъ подомъ. Далѣе высушенная руда подвергается мелкому дробленію въ дробильныхъ валкахъ и сортировкѣ измельченнаго матеріала по крупности кусковъ. Для сортировки въ настоящее время примѣняются плоскіе ударные грохота, поставленные подъ угломъ въ 45° къ горизонту. Дно грохотовъ состоитъ изъ желѣзныхъ листовъ съ продолговатыми щелями, число которыхъ доходитъ до 12 на погонный сантиметръ, что при указанномъ углѣ наклона рѣшетки даетъ зерно такой же крупности, какое получится на горизонтальныхъ рѣшеткахъ при числѣ отверстій до 20 на погонный сантиметръ.

За сортировкой слѣдуетъ обжигъ руды, который производится обыкновенно въ печахъ Перси, описанныхъ въ статьѣ о плавкѣ мѣдныхъ рудъ. Изъ этихъ печей обожженная руда доставляется норіями къ запаснымъ магазинамъ, гдѣ *она складывается въ карманы, стѣны которыхъ суживаются* книзу на подобіе воронокъ, изъ которыхъ руда поступаетъ въ бочки для хлоринаціи. Въ бочки новѣйшаго устройства загружаютъ отъ 5 до 10 тоннъ руды заразъ. Самыя малыя изъ этихъ бочекъ имѣютъ до 2750 мм. длины и около 1530 мм. внутренняго діаметра. Въ бочку загружается заразъ около 5 тоннъ руды; въ сутки дѣлается отъ 7 до 8 операцій, что даетъ производительность каждой бочки въ сутки равную 35—40 тоннъ. Стѣнки бочки составлены изъ котельнаго желѣза въ 15 мм. толщиною и обшиты внутри свинцовыми листами въ 8—10 мм. толщиною. Днища бочки выложены свинцовыми же листами въ 15 мм. толщины. Листы свинцовой обшивки прикрѣплены къ наружнымъ стѣнкамъ желѣзными болтами съ плоскими потайными головками. Вдоль бочки проложенъ асбестовый фильтръ, лежащій горизонтально въ то время, когда бочка повернута завалочнымъ отверстіемъ кверху. Для укрѣпленія этихъ фильтровъ вдоль бочки проложены два деревянныхъ бруса трапецоидальнаго сѣченія въ 65 мм. длиной, 40 мм. короткой стороны и около 150 мм. высоты трапеціи. Брусья проложены по всей длинѣ бочки и прикрѣплены винтами къ ея днищамъ. Подъ брусьями положены доски въ 40 мм. толщиною и 125 мм. шириною. На доскахъ укрѣплены 7 поперечныхъ брусьевъ въ 75 мм. толщиною, на которые кладется рѣшетка фильтра. Два такихъ бруса положены у самыхъ днищъ и пять по срединѣ между ними такимъ образомъ, что между двумя смежными брусьями остается

промежутокъ около 330 мм. На брусья положена рѣшетка для фильтра, сколоченная изъ досокъ въ 50 мм. толщиною. Въ доскахъ сдѣланы черезъ каждые 10 мм. желоба шириною въ 10 и глубиною въ 8 мм., а въ желобахъ просверлены отверстія въ 10 мм. діаметромъ на разстояніи 75 мм. другъ отъ друга. Черезъ отверстія профильтрованный черезъ асбестовую ткань растворъ жидкости проходитъ въ нижнюю часть бочки. Фильтровальное асбестовое сукно положено на вышеупомянутыя доски съ отверстіями. Поверхъ сукна положена рѣшетка изъ брусьевъ въ 25×40 мм. поперечнаго сѣченія, расположенныхъ вдоль бочки въ разстояніи 90—230 мм. другъ отъ друга, а поверхъ этой рѣшетки положены пять тяжелыхъ поперечныхъ брусьевъ квадратнаго сѣченія 75×75 мм. въ сторонѣ квадрата. Концы брусьевъ подводятся подъ вышеуказанные продольные брусья и служатъ основаніемъ для фильтровъ при обратномъ положеніи бочки. Всѣ деревянныя части внутренней арматуры бочки вывариваются въ смолѣ и асфальтѣ.

Въ нижней части бочки имѣется выпускное отверстіе, а въ верхней кромѣ вышеупомянутаго завалочнаго отверстія еще особое отверстіе для воды.

Ниже описанныхъ бочекъ помѣщаются желобъ для собиранія щелока и фильтры для его фильтрованія. Фильтры расположены около выпускного отверстія бочки и сообщаются съ нимъ посредствомъ желоба въ 50 мм. шириною. Фильтры представляютъ собою чугунные котлы 760 мм. діаметромъ и около 800 мм. высотою, выложенные внутри свинцовыми листами. Котлы снабжены чугуннымъ днищемъ и крышкой, черезъ которыя проходитъ труба для впуска и выпуска раствора. Фильтры устроены совершенно такъ же, какъ въ бочкахъ для хлоринаціи, съ тою лишь разницею, что поверхъ фильтровъ располагается слой песку въ 150 мм. толщиною, а поверхъ этого послѣдняго снова слой асбеста, причемъ этотъ послѣдній слой легко можетъ быть вынутъ изъ фильтра для очистки его отъ накопившагося на немъ шлама.

Около фильтровъ располагаются цилиндрическіе сосуды, въ которыхъ осаждается металлическое золото. Эти сосуды дѣлаются изъ котельнаго желѣза въ 10 мм. толщиною и имѣютъ около 3200 мм. высоты и 2000 мм. внутренняго діаметра. Черезъ средину дна этихъ сосудовъ пропущенъ желѣзный болтъ въ 75 мм. толщиною. Въ крышкѣ сдѣланъ лазъ для прохода рабочаго и два отверстія діаметромъ въ 50 мм. для прохода свинцовыхъ трубъ. Трубы доходятъ почти до дна осадочнаго бассейна, и по нимъ въ сосудъ поступаютъ необходимые для даннаго процесса сѣрнистый ангидридъ и сѣроводородъ.

Въ днѣ сосуда въ разстояніи примѣрно 230 мм. отъ центра сдѣлано отверстіе въ 50 мм. діаметромъ. Такое же отверстіе имѣется и въ стѣнкѣ сосуда сейчасъ же надъ флянцемъ, къ которому прикрѣплено дно. На высотѣ примѣрно 1200 мм. надъ днищемъ къ стѣнкамъ сосуда приклепаны желѣзныя лапы, которыми сосудъ ставится на станину такимъ образомъ, что его дно приходится примѣрно на высотѣ 1400 мм. надъ поломъ фабричнаго зданія.

Кромѣ описанныхъ приборовъ на фабрикѣ обыкновенно устраиваются особые приборы для приготовленія сѣрнистаго газа и сѣроводорода.

Сѣрнистый газъ служитъ для превращенья содержащагося въ жидкости свободнаго хлора въ соляную кислоту; сѣроводородъ же служитъ собственно для осажденія золота, хотя часть этого металла садится уже при дѣйствіи сѣрнистаго газа.

Ходъ хлоринаціи и сопутствующихъ ей операцій даннаго способа слѣдующій:

Послѣ того какъ въ бочку сдѣлали завалку руды, въ нее прибавляютъ воды въ количествѣ 600 килогр. на тонну и смѣси бѣлильной извести (отъ 8

до 18 килогр.) съ сѣрною кислотою (отъ 9 до 23 килогр.) крѣпостью въ 60^0 по Боме. Известь и кислоту заваливаютъ двумя порціями: первую забрасываютъ вмѣстѣ съ рудою, послѣ чего бочку вращаютъ въ продолженіе 2—4 часовъ со скоростью 10—12 оборотовъ въ минуту; послѣ этого заваливаютъ вторую порцію извести и кислоты и снова вращаютъ бочку въ продолженіе 2—4 часовъ. По окончаніи операціи бочку останавливаютъ, повернувъ завалочнымъ отверстіемъ кверху и въ верхнюю часть бочки нагнетаютъ воды подъ давленіемъ 3 атмосферъ. Золотой растворъ проходитъ черезъ фильтръ въ нижнюю часть бочки и оттуда черезъ открытое выпускное отверстіе поступаетъ въ описанные выше фильтровальные бассейны. Оставшаяся на фильтрахъ бочки руда вываливается черезъ завалочное отверстіе въ особую воронку, откуда она норіями направляется въ отвалъ. Для удобства вывалки бочка поворачивается завалочнымъ отверстіемъ внизъ.

Профильтрованный на фильтрахъ растворъ поступаетъ въ бассейны для осажденія, гдѣ изъ него дѣйствіемъ сѣрнистаго газа и сѣроводорода осаждается золотой шламъ, который садится на дно сосуда.

Послѣ осажденія шлама все содержимое прибора поступаетъ на деревянные фильтровальные прессы, въ которыхъ растворъ прожимается черезъ сукно, оставляя на немъ золотой шламъ. Фильтратъ съ пресса проходитъ еще черезъ песчаный фильтръ, въ верхнихъ слояхъ котораго остается прошедшій черезъ сукно мелкій золотой шламъ. Этой слой время отъ времени снимается и подвергается хлоринаціи вмѣстѣ съ рудою.

Снятый съ сукна пресса золотой шламъ высушивается вмѣстѣ съ сукномъ въ желѣзныхъ лоткахъ и прокаливается въ муфельныхъ печахъ. При такомъ прокаливаніи сукно фильтровъ сгораетъ, а изъ шлама выдѣляется содержащаяся въ немъ сѣра въ видѣ сѣрнистаго ангидрида.

При надлежащемъ веденіи обжига въ обожженномъ продуктѣ содержится до 75—$80^0/_0$ металлическаго золота.

Обожженный шламъ въ тѣхъ же лоткахъ смѣшивается съ бурою содою и селитрою и сплавляется въ графитовыхъ тигляхъ, изъ которыхъ металлъ разливается въ формы. Иногда вмѣсто осажденія сѣрнистымъ газомъ и сѣроводородомъ примѣняется другой способъ осажденія золота, фильтрованіемъ черезъ слой угольной мелочи.

Въ этомъ случаѣ растворъ хлористыхъ соединеній собирается въ особые жолоба, фильтруется черезъ слой песку и поступаетъ въ цѣлую батарею угольныхъ фильтровъ.

Отдѣльные фильтры состоятъ изъ цилиндрическихъ сосудовъ діаметромъ въ 1 метр. и высотою около 1,5 метровъ. Цилиндры эти склепаны изъ котельнаго желѣза и выложены внутри свинцовыми листами. Въ цилиндры заложена угольная мелочь изъ кусковъ угля въ 8 мм., тщательно обмытыхъ отъ угольной пыли. Вся батарея соединена въ два ряда, причемъ сосуды одного ряда соединены параллельно (растворъ поступаетъ во всѣ эти сосуды одновременно) и сосуды разныхъ рядовъ, послѣдовательно, то есть въ сосуды второго ряда поступаетъ жидкость, уже прошедшая соотвѣтствующій сосудъ перваго ряда.

Жидкость пускаютъ сначала въ фильтры перваго ряда, гдѣ осаждается наибольшее количество содержащагося въ ней золота. Когда растворъ пройдетъ черезъ эти фильтры, вынимаютъ находящійся въ нихъ уголь съ отложившимся на немъ золотымъ шламомъ, закладываютъ въ лотки и прокаливаютъ въ муфельныхъ печахъ. Уголь сгораетъ, а оставшійся шламъ съ золою смѣшиваютъ съ содой, бурой и селитрой, плавятъ въ графитовыхъ тигляхъ и отливаютъ полученное золото въ формы.

Обработка золотоносныхъ рудъ ціанистымъ каліемъ. Уже давно была извѣстна способность раствора ціанистаго калія растворять

частицы золота, причемъ было извѣстно также, что такое раствореніе идетъ тѣмъ лучше, чѣмъ мельче частицы золота. Эльснеру удалось въ 1845 году показать, что въ реакціи принимаетъ участіе кислородъ и вода раствора и воздуха и что реакція сопровождается образованіемъ растворимой двойной соли золота и калія отъ синильной кислоты и ѣдкаго калія по слѣдующему уравненію:

$$Au_2 + 4\ KCN + H_2\ O + O = 2\ Au\ K(CN)_2 + 2\ KOH.$$

Реакція растворенія золота въ синеродистомъ каліи долгое время, однако, оставалась безъ всякаго практическаго примѣненія, пока не были открыты золотоносныя залежи Виттватерсранда. Особенности распредѣленія золота въ названныхъ залежахъ въ видѣ мельчайшихъ включеній этого металла въ жильную породу, въ сопровожденіи большого количества богатыхъ включеніями золота колчедановъ дѣлали примѣненіе указанной реакціи особенно удобнымъ, для добычи золота изъ этого богатѣйшаго въ свѣтѣ мѣсторожденія даннаго металла. Тотъ фактъ, что золото находилось въ породѣ въ видѣ мельчайшихъ включеній, облегчаетъ раствореніе этого металла въ ціанистомъ каліи, а присутствіе колчедановъ, такъ сильно затрудняющихъ извлеченіе золота другими способами, раствореніо его въ ціанистомъ каліи не мѣшаетъ.

Въ Виттватерсрандѣ обработка золота ціанистымъ каліемъ соединяется съ амальгамаціею. Амальгамаціей улавливается крупное золото, трудно растворимое въ ціанистомъ каліи и въ обработку этимъ веществомъ поступаютъ остатки отъ амальгамаціи, содержащіе мельчайшія частицы золота. Раствореніе производится въ деревянныхъ чанахъ около 6—12 метровъ въ діаметрѣ и 4,5 метр. высотою, на днѣ которыхъ находится фильтръ изъ досокъ, покрытыхъ кокосовымъ матомъ.

Такъ какъ полученный съ амальгаматоровъ шламъ содержитъ кислоты и нѣкоторыя кислыя соли, присутствіе которыхъ нежелательно для реакціи растворенія золота въ ціанистомъ каліи, то полученный шламъ сначала нейтрализируютъ, обрабатывая его растворомъ ѣдкаго натра (120 гр. щелочи на 1 куб. метр. воды) съ небольшой не свыше 0,15% примѣсью ціанистаго калія.

Послѣ того какъ первый растворъ сойдетъ съ поверхности шлама, послѣдній поливается болѣе крѣпкимъ растворомъ ціанистаго калія. По прошествіи 2—3 часовъ и этотъ растворъ стечетъ со шлама и лишь тогда его обрабатываютъ растворомъ ціанистаго калія, содержащимъ 0,3—0,5% этой соли на единицу воды.

Послѣ 3—4 часовъ выщелачиванія шлама ціанистымъ каліемъ начинается сливаніе полученнаго раствора, которое заканчивается черезъ 3—4 часа. Далѣе шламъ еще нѣсколько разъ промываютъ все болѣе и болѣе слабымъ растворомъ ціанистаго калія, а подъ конецъ и чистою водою для выщелачиванія слѣдовъ перешедшаго въ растворимое ціанистое соединеніе золота, послѣ чего шламъ поступаетъ въ отвалъ.

Полученные маточные щелока, въ зависимости отъ содержанія въ нихъ *золота и синеродистаго калія, или идутъ въ* приборы для осажденія золота, или снова пускаются въ чаны, въ которыхъ обрабатывается шламъ и такимъ образомъ обогащаются содержаніемъ золота.

Осажденіе золота изъ богатыхъ щелоковъ производилось ранѣе цинкомъ, но способъ этотъ былъ сопряженъ съ такими неудобствами, что только съ изобрѣтеніемъ братьями Сименсъ электролитической обработки полученныхъ щелоковъ можно считать обезпеченной будущность самаго способа обработки рудъ ціанистымъ каліемъ. По способу Сименса богатый золотомъ растворъ двойной синеродистой соли калія и золота проводится въ сосуды, въ которыхъ находятся свинцовыя и желѣзныя пластины, которыя служатъ электродами, причемъ сосуды эти размѣщены такимъ образомъ, что обрабатываемый

растворъ, проходя черезъ систему сосудовъ, двигается по спирали вокругъ всѣхъ электродовъ. При дѣйствіи тока на желѣзныхъ анодахъ отлагается синеродъ, образующій съ желѣзомъ желѣзосинеродистыя соединенія, изъ которыхъ можно получить необходимый для обработки слѣдующихъ порцій руды синеродистый калій; золото же садится на свинцовыхъ катодахъ и можетъ быть извлечено изъ нихъ окислительною плавкою въ небольшихъ отражательныхъ печахъ. При такой плавкѣ свинецъ въ видѣ глета уходитъ изъ печи, на поду которой остается слитокъ такъ называемаго сырого золота.

Отдѣленіе золота дѣйствіемъ кислотъ. Большое постоянство золота по отношенію къ дѣйствію на него различныхъ кислотъ уже давно служитъ для отдѣленія золота отъ другихъ сопровождающихъ его или получающихся въ сплавѣ съ нимъ металловъ. Особенно часто обработка кислотами примѣняется для отдѣленія золота отъ серебра и выше въ статьѣ о серебрѣ были описаны два такихъ способа: способъ квартованія съ послѣдующей обработкой сплава азотной кислотой и способъ обработки сплава кипящею сѣрною кислотою, а въ статьѣ о мѣди будетъ описанъ способъ обработки золотосодержащихъ мѣдныхъ рудъ и продуктовъ мѣдной плавки выщелачиваніемъ ихъ сѣрною кислотою.

Какъ при раздѣленіи квартованіемъ такъ и при обработкѣ сѣрною кислотою остающееся золото содержитъ много примѣсей и должно быть отъ нихъ очищено. Для такого очищенія полученнаго сырого золота ранѣе практиковался способъ, основанный на раствореніи золота въ царской водкѣ и послѣдующемъ осажденіи профильтрованнаго раствора хлорнаго золота вычисленнымъ количествомъ хлористаго желѣза, или желѣзнаго купороса. Осажденіе хлористымъ желѣзомъ примѣняется при обработкѣ золота, содержащаго металлы платиновой группы. Металлы эти растворяются вмѣстѣ съ золотомъ въ царской водкѣ, но не осаждаются изъ раствора хлористымъ желѣзомъ, а остаются въ растворѣ. Растворъ отфильтровываютъ отъ осадка золота и кипятятъ съ такимъ количествомъ желѣзныхъ обрѣзковъ, что все получившееся при осажденіи золота хлорное желѣзо вновь возстановляется въ хлористое; металлы платиновой группы садятся изъ раствора, а оставшійся растворъ можетъ быть примѣненъ для обработки слѣдующей порціи хлорнаго золота.

Полученное осажденіемъ желѣзными солями золото представляетъ собою тяжелый порошокъ коричневаго цвѣта. Порошокъ этотъ собирается на фильтрахъ, промывается водою, сушится и сплавляется въ небольшихъ графитовыхъ тигляхъ съ примѣсью битаго стекла. Жидкій металлъ отливается въ небольшіе слитки.

Извлеченіе золота электролизомъ.

Обработка золотоносныхъ рудъ электролитическимъ путемъ не нашла себѣ непосредственнаго примѣненія въ техникѣ, такъ какъ при крайне ничтожномъ содержаніи золота даже въ самыхъ богатыхъ рудахъ этого металла, данный способъ является экономически невыгоднымъ, вслѣдствіе значительной потери силы тока на разложеніе громадной массы воды. Данный способъ находитъ себѣ поэтому примѣненіе только при обработкѣ различныхъ сплавовъ золота съ другими металлами. Одинъ изъ способовъ такой обработки былъ уже описанъ въ главѣ о серебрѣ, другой подобный же способъ будетъ изложенъ въ статьѣ объ электролитической обработкѣ черной мѣди, гдѣ рѣчь идетъ объ отдѣленіи мѣди отъ содержащихся въ ней благородныхъ металловъ золота и серебра. Но оба названные способа не представляютъ собственно способовъ электролитическаго полученія золота. Электролитомъ здѣсь служитъ растворъ мѣдной и серебряной, а не золотой соли и золото не переносится съ анода на катодъ, а остается на анодѣ, являясь, такъ ска-

зать, побочнымъ продуктомъ производства. Только въ послѣднее время Вольвилль предложилъ примѣнять для отдѣленія золота отъ платины электролизъ растворимой соли золота, причемъ анодомъ служитъ пластинка сырого золота.

Золото анода растворяется въ ваннѣ и отлагается на чистой золотой пластинкѣ, служащей катодомъ при электролизѣ. Вольвилль тщательно изучилъ условія электролиза и выработалъ способъ, пригодный для технической обработки сплавовъ этого металла. По Вольвиллю раствореніе анода въ ваннѣ идетъ плохо, если электролитомъ служитъ натуральный растворъ соли золота, на анодѣ выдѣляется хлоръ, который слабо дѣйствуетъ на золото анода. Если же подкислить растворъ соляной кислотой, то, при нѣкоторомъ содержаніи послѣдней въ ваннѣ, выдѣленіе пузырьковъ хлора прекращается и взамѣнъ того начинается раствореніе золота анода въ ваннѣ, которое происходитъ особенно энергично, если мы подогрѣемъ ванну до 60°—70°. Далѣе Вольвилль принялъ въ разсчетъ, что при столь дорогомъ матеріалѣ какъ золото желательно ускорить процессъ, такъ какъ при валовомъ производствѣ крайне важно возможное сокращеніе мертваго капитала въ видѣ скопляющихся на фабрикѣ пластинъ сырого золота, служащихъ анодомъ при электролизѣ. Вольвилль производилъ поэтому опыты надъ ускореніемъ процесса, примѣненіемъ большой силы тока при электролизѣ и показалъ, что безъ ущерба для чистоты осажденія можно увеличить напряженіе тока до 400, а при достаточномъ избыткѣ кислоты въ ваннѣ до 1000 амперовъ на 1 квадратный метръ площади электродовъ, что значительно ускоряетъ процессъ. Электролитъ по Вольвиллю долженъ содержать около 20—25 грам. золота и 20—25 куб. см. соляной кислоты уд. вѣса, $1,_{19}$ на литръ воды при температурѣ 60°—70° Цельзія. При такихъ условіяхъ золото хорошо растворяется въ ваннѣ и садится въ видѣ плотной массы на тонкой золотой пластинкѣ, служащей катодомъ. Платина частью остается на анодѣ, отъ котораго она отпадаетъ по мѣрѣ растворенія, частью же растворяется въ ваннѣ и можетъ выдѣлиться на катодѣ.

Такое выдѣленіе платины происходитъ однако только въ томъ случаѣ, если напряженіе тока превосходитъ 400—500 амперовъ на 1 кв. метръ площади электрода, а содержаніе платины въ электролитѣ вдвое превышаетъ содержаніе золота въ немъ, чего при правильномъ веденіи электролиза получиться не можетъ. Послѣ достаточнаго обогащенія раствора платиной электролизъ прекращаютъ и изъ него извлекаютъ золото — осажденіемъ хлористымъ желѣзомъ, а платину — металлическимъ желѣзомъ.

* * *

Золото (Au, атомный вѣсъ 197, уд. в. 19,3) представляетъ собою желтый сильно блестящій металлъ, отличающійся большою вязкостью, тягучестью, превосходя въ отношеніи двухъ послѣднихъ свойствъ всѣ прочіе металлы. Вслѣдствіе значительной мягкости и вязкости золото едва обнаруживаетъ въ изломѣ кристаллическое строеніе, имѣетъ, какъ говорятъ металлурги, занозистый изломъ. При 1035° золото плавится, а при температурѣ около 2000° начинаетъ улетучиваться. Расплавленное золото, въ противуположность серебру, мало поглощаетъ газы. Тонкій же порошокъ этого металла поглощаетъ до 0,7% по вѣсу газовъ (водорода, окиси углерода и др.), приближаясь въ этомъ отношеніи къ платинѣ. Золото является лучшимъ послѣ серебра проводникомъ теплоты и электричества: по теплопроводность составляетъ 0,6, а электропроводность 0,7 соотвѣтствующихъ свойствъ серебра. Подобно серебру золото даетъ сплавы съ другими металлами, изъ которыхъ сплавы со свинцомъ, ртутью, мѣдью и цинкомъ равно какъ и соотвѣтствующіе сплавы серебра и сплавы этихъ металловъ между собою имѣютъ большое значеніе въ металлургіи. Ничтожное содержаніе постороннихъ примѣсей

(не больше 0,05% свинца, висмута, или олова и около 0,00003% сурьмы) дѣлаютъ золото хрупкимъ и негоднымъ къ употребленію.

По химическимъ своимъ свойствамъ золото является тѣломъ, крайне инертнымъ. Соединенія его съ кислородомъ и сѣрой получаются лишь косвеннымъ путемъ и сами легко разлагаются съ выдѣленіемъ металлическаго золота. Галлоиды и особенно хлоръ и бромъ, а равно и смѣси, выдѣляющія свободный хлоръ, какъ то царская водка и другія легко растворяютъ золото съ образованіемъ галлоидныхъ его соединеній. Синеродистыя щелочи, а также тіосульфаты растворяютъ золото съ образованіемъ растворимыхъ въ водѣ двойныхъ солей, — объ одной изъ которыхъ — двойной соли золота и калія отъ ціанистой кислоты уже упоминалось при описаніи способа обработки рудъ ціанистымъ каліемъ. Подвергая растворъ этихъ солей электролизу, мы, какъ это говорилось выше, можемъ выдѣлить золото на катодѣ, растворивъ соотвѣтствующее количество этого металла съ анода. Изъ кислородныхъ солей золота извѣстна только соль золота отъ сѣрноватистой кислоты; напротивъ того со щелочными металлами соединенія золота легко даютъ ауpаты, въ которыхъ окись золота играетъ роль кислотнаго радикала. Сѣрнистое золото съ сѣрнистыми щелочами легко даетъ сульфосоли, растворимыя въ избыткѣ реактива.

Золото осаждается изъ его соединеній даже самыми слабыми возстановителями. Такъ сѣрнистый водородъ, фосфоръ, мышьякъ, сурьма, углеродъ, сѣрнистыя соединенія почти всѣхъ металловъ, соли закиси желѣза и олова, соли фосфорноватистой, сѣрноватистой кислотъ, двусѣрнистыя соединенія различныхъ металловъ, низшіе окислы азота, мышьяковистая кислота, щавелевая кислота и другія органическія соединенія, несмотря на крайне слабыя возстановляющія свои свойства, возстановляютъ металлическое золото изъ его соединеній.

Мѣдь.

Изъ многочисленныхъ естественныхъ соединеній мѣди рудою для технической добычи этого металла служатъ слѣдующія: самородная мѣдь (Cu), красная мѣдная руда $Cu_2\,O$, черная мѣдная руда $Cu\,O$, мѣдный блескъ $Cu_2\,S$, мѣдный колчеданъ $Cu_2\,S\,Fe_2\,S_3$, пестрая мѣдная руда $(Cu_2\,S)_3\,Fe_2\,S_3$, мѣдный купоросъ $Cu\,SO_4\,5\,H_2\,O$, малахитъ $Cu\,CO_3\,Cu\,(OH)_2$, мѣдная лазурь $2Cu\,CO_3\,Cu\,(OH)_2$. Наибольшимъ распространеніемъ въ природѣ пользуются *колчеданистыя мѣдныя руды. Кислородныя соединенія мѣди и соли различ*ныхъ кислородныхъ кислотъ сравнительно рѣдко встрѣчаются въ природѣ и рѣдко являются самостоятельнымъ матеріаломъ для плавки.

Кромѣ названныхъ рудъ важнымъ матеріаломъ для полученія мѣди служатъ штейны отъ плавки свинцовыхъ и никкелевыхъ рудъ, шпейзы, шлаки и сплавы, среди которыхъ большое значеніе имѣютъ богатые мѣдью сплавы, полученные при зейгерованіи веркблея, при обезсеребреніи его цинкомъ и другіе сплавы, получаемые при обработкѣ свинцовыхъ рудъ и рафинированіи свинца.

Полученіе черной мѣди.

Обогащеніе убогихъ мѣдныхъ рудъ. Механическою обработкою мѣдныхъ рудъ нельзя достигнуть сколько нибудь значительнаго обогащенія рудъ, такъ какъ соединенія мѣди мало отличаются по своему удѣльному вѣсу отъ сопровождающихъ ихъ соединеній другихъ металловъ и находятся съ ними въ тѣсной механической смѣси, а частью образуютъ съ ними различныя химическія соединенія. Механическая обработка мѣдныхъ рудъ мало помогаетъ обогащенію ихъ мѣдью; на заводы поступаютъ поэтому руды съ убогимъ содержаніемъ мѣди, нуждающіяся въ предварительной химической обра-

боткѣ передъ поступленіемъ ихъ въ плавку. Такая предварительная обработка рудъ безусловно необходима, такъ какъ въ противномъ случаѣ мы рискуемъ получить продуктъ со столь большимъ содержаніемъ постороннихъ примѣсей въ немъ, что примѣненіе его дѣлается невозможнымъ, очистить же этотъ продуктъ также невозможно, такъ какъ это очищеніе сопряжено съ такими расходами, которые не покрываются стоимостью полученнаго чистаго металла.

Всѣ эти обстоятельства заставляютъ подвергать убогія руды цѣлому ряду обогатительныхъ плавокъ, имѣющихъ цѣлью сконцентрировать мѣдь въ меньшемъ количествѣ руды и выдѣлить изъ руды возможно большее количество постороннихъ примѣсей. Такая предварительная подготовка, подобно мокрому обогащенію рудъ, значительно сокращаетъ расходы по плавкѣ рудъ на мѣдь, такъ какъ плавить приходится меньшее количество руды и расходы по рафинированію полученной черной мѣди, такъ какъ при этомъ мѣдь получается болѣе чистою. Предварительная плавка мѣдныхъ рудъ основана на томъ соображеніи, что изъ всѣхъ заключающихся въ рудѣ соединеній, мѣдь обладаетъ наибольшимъ сродствомъ къ сѣрѣ и слѣдовательно вытѣсняетъ изъ соединеній съ нею всѣ остальныя, имѣющіяся въ рудѣ вещества[1]. Если поэтому мы подвергнемъ смѣсь данныхъ сѣрнистыхъ соединеній мѣди и другихъ металловъ сначала обжигу для выдѣленія избытка сѣры, а затѣмъ расплавленію, то мѣдь, какъ металлъ, обладающій наибольшимъ сродствомъ къ сѣрѣ, вытѣсняетъ всѣ остальные металлы изъ соединеній съ нею, стремясь вся перейти въ полусѣрнистую мѣдь Cu_2S; если кромѣ того имѣется нѣкоторый избытокъ сѣры, то ранѣе другихъ насыщается ею постоянный спутникъ мѣдныхъ рудъ — желѣзо, образуя сѣрнистое соединеніе этого металла FeS. Если же, какъ это обыкновенно бываетъ уже послѣ перваго обжига, имѣющейся въ рудѣ сѣры не хватаетъ для насыщенія всего желѣза, то часть этого металла и всѣ прочіе содержащіеся въ рудѣ металлы выдѣляются изъ нея и уходятъ въ шлакъ, для чого къ рудѣ прибавляютъ въ качествѣ флюса кремнеземъ, или богатые кремноземомъ шлаки. Такимъ образомъ въ конечномъ результатѣ плавки мы получаемъ шлакъ и сплавъ сѣрнистой мѣди съ сѣрнистымъ желѣзомъ, состава $nCu_2Sm.FeS$. Продуктъ этотъ называется купферштейномъ, а сама плавка — плавкою на купферштейнъ. Приведенная формула лишь схематически и приблизительно выражаетъ составъ купферштейна. Въ дѣйствительности составъ штейна представляется гораздо болѣе сложнымъ. Такъ, содержащіеся въ рудѣ благородные металлы, несмотря на то, что они занимаютъ послѣднее мѣсто въ приведенномъ рядѣ элементовъ, расположенныхъ по степени сродства къ сѣрѣ, не уходятъ въ шлакъ, а остаются въ штейнѣ, растворяясь въ немъ въ видѣ самородныхъ металловъ, или ихъ сѣрнистыхъ соединеній. Точно также не ошлаковываются и содержащіеся въ рудѣ никкель и кобальтъ — они остаются въ штейнѣ, растворяясь въ избыткѣ сѣрнистаго желѣза въ видѣ соединеній съ сурьмою, къ которой они имѣютъ наибольшее сродство, или сѣрнистыхъ своихъ соединеній. Такимъ образомъ въ составъ штейна, кромѣ мѣди и сѣры, входятъ еще многіе другіе металлы въ видѣ сѣрнистыхъ соединеній.

Изъ вышеизложеннаго ясно, что обогащеніе руды состоитъ изъ слѣдующихъ операцій:

1) Обжига рудъ, который въ зависимости отъ состава и свойства по-

---

[1] По опытамъ Фурне всѣ встрѣчающіеся въ рудѣ элементы можно, въ отношеніи ихъ сродства къ сѣрѣ, расположить въ рядъ, каждый предъидущій членъ котораго способенъ вытѣснить каждый изъ послѣдующихъ изъ его соединенія съ сѣрою. Рядъ этотъ слѣдующій: мѣдь, желѣзо, кобальтъ, никкель, олово, цинкъ, свинецъ, серебро, ртуть, золото, мышьякъ и сурьма.

слѣднихъ ведется въ кучахъ, стойлахъ, отражательныхъ печахъ съ неподвижнымъ или подвижнымъ подомъ и наконецъ въ низкихъ шахтныхъ печахъ, особенно пригодныхъ для обжига мелкозернистыхъ рудъ.

Обжигъ въ кучахъ. Обжигъ въ кучахъ представляетъ собою одинъ изъ старѣйшихъ способовъ обжига рудъ, сохранившійся и по настоящее время, несмотря на то, что теперь практикуются гораздо болѣе совершенные способы обжига въ шахтныхъ и отражательныхъ печахъ. Такому удержанію обжига въ кучахъ способствуетъ то обстоятельство, что данный способъ, не требуя почти никакихъ затратъ на первоначальное устройство, даетъ продуктъ, очень подходящій по своимъ свойствамъ для плавки въ шахтныхъ печахъ, почему примѣненіе его является иногда и необходимымъ, какъ подготовительнаго процесса къ обжигу въ печахъ или плавкѣ на купферштейнъ. Во всякомъ случаѣ примѣненіе даннаго способа связано съ выдѣленіемъ на воздухъ большихъ количествъ сѣрнистаго ангидрида, почему при устройствѣ кучи необходимо сообразоваться съ тѣмъ, нѣть-ли по близости, особенно съ подвѣтренной стороны, человѣческаго жилья или воздѣланныхъ полей, владѣльцы которыхъ могутъ предъявить искъ за ущербъ, нанесенный сѣрнистымъ газомъ растительности. Мѣсто для заложенія кучи должно быть выбрано вдали отъ жилья и полей. Далѣе, мѣсто должно быть выбрано возможно болѣе сухое, чтобы куча не слишкомъ страдала отъ дождя.

Выбравъ подходящее мѣсто, съ поверхности снимаютъ слой растительной земли, удаляютъ корни растеній и т. п. и очищенное такимъ образомъ мѣсто покрываютъ глиной или мелкой рудою и утрамбовываютъ. Подготовленное такимъ образомъ основаніе кучи выдается, примѣрно, на полметра надъ поверхностью земли. На основаніе кучи кладутъ тонкій слой рудной или угольной мелочи, а поверхъ располагаютъ слой, примѣрно, въ 300 мм. толщиною дровъ, хворосту, или угля для зажиганія кучи. Въ серединѣ этого слоя ставится труба изъ деревянныхъ досокъ, послѣ чего можно приступить къ завалкѣ руды въ кучу. Въ началѣ кладутъ крупные куски руды — штуфную руду, которую кладутъ на постель изъ дровъ такимъ образомъ, чтобы постель выступала за края кучи примѣрно на 300 мм. Поверхъ штуфной руды располагается слой изъ болѣе мелкихъ кусковъ, а сверху куча забрасывается рудной мелочью. Высота кучи колеблется въ предѣлахъ отъ двухъ до трехъ метровъ въ зависимости отъ состава и свойствъ обжигаемой руды. Вѣсъ руды, обжигаемой въ одной кучѣ, колеблется отъ 100 до 500 тоннъ, причемъ на каждыя 100 тоннъ руды расходуется отъ 18 до 20 куб. метр. дровъ. Продолжительность обжига зависитъ отъ климатическихъ условій мѣстности, состава и свойствъ руды, размѣровъ кучи и другихъ условій и колеблется въ предѣлахъ отъ 40 до 90 дней.

На рудникахъ Ріо Тинто, въ Испаніи, принятъ другой способъ кладки кучъ. Кучи кладутся тамъ подобно тому, какъ у насъ кладутся стога сѣна, имѣютъ около 4—5 метровъ высоты, 10 метровъ въ діаметрѣ и содержатъ около 500 тоннъ руды. По окружности основанія кучи устраивается до 12 топокъ, вдающихся въ кучу на разстояніе около 1,25 метра по радіусу основанія кучи. Топки расходуютъ очень мало горючаго и, несмотря на это, а равно и на крайне низкую температуру обжига, даже въ нижнихъ слояхъ кучи, куда кладутъ крупные куски руды, послѣдніе обжигаются совершенно. Обжигъ продолжается, правда, нѣсколько мѣсяцевъ.

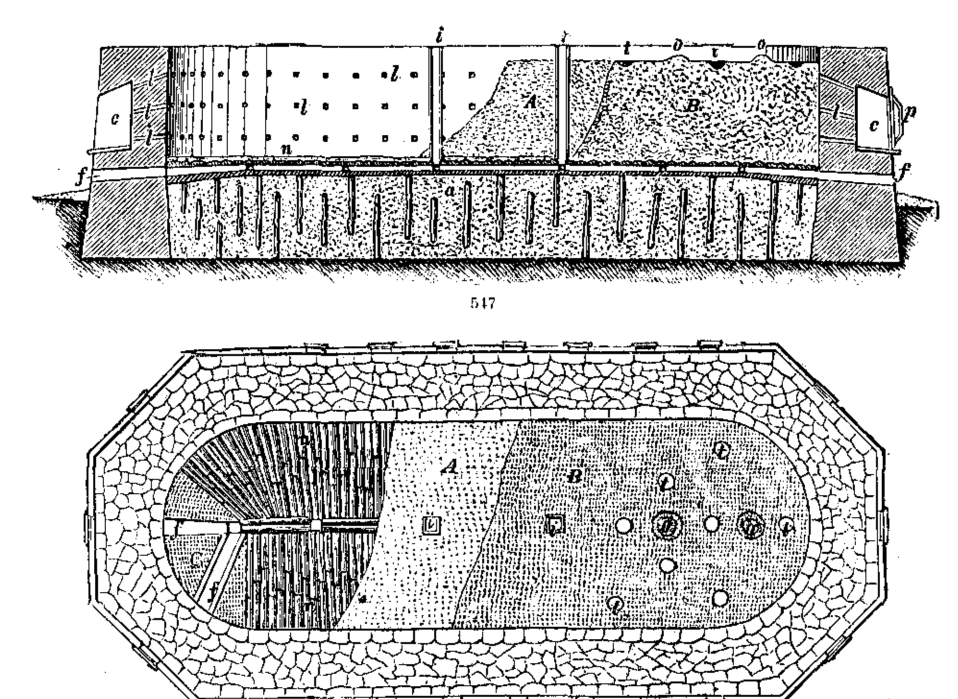
Изъ рудъ, очень богатыхъ сѣрнымъ колчеданомъ, часть сѣры можетъ быть выплавлена, устроивъ въ покрышкѣ кучи небольшія углубленія и заложивъ въ нихъ богатую колчеданомъ руду.

Уходъ за кучей, особенно въ первые дни обжига, требуетъ напряженнаго вниманія со стороны рабочихъ. Притокъ воздуха къ надлежащимъ

мѣстамъ кучи регулируется забрасываніемъ рудной мелочи на поверхность кучи, или на поверхность выступающей съ боковъ дровяной настилки.

При разборѣ кучи, по окончаніи обжига, изъ обожженной руды выбираются куски, пригодные для плавки и руда, которая должна быть обожжена еще разъ. Въ зависимости отъ состава руды и характера слѣдующихъ за обжигомъ операцій, такое обжиганіе повторяется иногда нѣсколько разъ.

Иногда обжигъ соединяется съ плавкою рудъ на купферштейнъ. При такой операціи, называемой обжигомъ руды на зерно, окисляется часть содержащагося въ рудѣ желѣза; богатый же мѣдью штейнъ собирается въ зерно въ центрѣ куска. По окончаніи обжига разбиваютъ наружную корку



547—548. Штирійскія стойла.

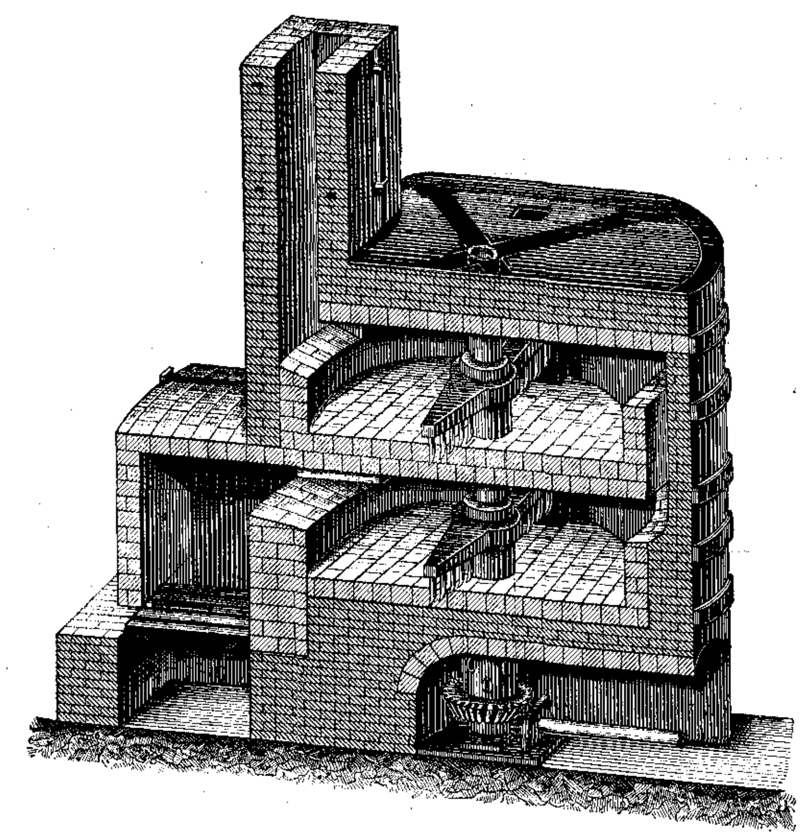
и собираютъ находящійся въ срединѣ кусковъ штейнъ. Данный способъ обжига является экономически невыгоднымъ, такъ какъ сопряженъ съ потерею мѣди, почему онъ и примѣняется лишь въ малокультурныхъ странахъ при обработкѣ содержащихъ мѣдь колчедановъ.

То обстоятельство, что перемѣна направленія вѣтровъ и другія причины сильно затрудняютъ регулированіе притокомъ воздуха въ кучу, заставило уже съ начала 16-го столѣтія прибѣгнуть къ постройкѣ стѣнъ вокругъ печи. Въ стѣнахъ оставлялись отверстія, открывая и закрывая которыя легче регулировать движеніемъ воздуха въ кучѣ, чѣмъ управлять имъ насыпкою угольной мелочи на поверхности кучи. Такимъ образомъ отъ обжига рудъ въ кучахъ перешли къ обжигу ихъ въ стойлахъ.

На рис. 547—548 представлены штирійскія стойла, особенно пригодныя для обжига рудъ на зерно. Стойла имѣютъ около 17 метр. длины, 4—5 метровъ ширины и окружены стѣнами въ 2,5 метра высотою и около 1,5 толщиной. Въ кладкѣ стѣнъ оставлены каналы, по которымъ вытопившаяся при обжигѣ сѣра поступаетъ въ собирательныя камеры *c*, закрывае-

мыя крышками *p*. *Кучу складываютъ здѣсь подобно тому, какъ она* кладется при обжигѣ на открытомъ воздухѣ. Въ основаніе на поду, состоящемъ изъ утрамбованныхъ остатковъ рудной мелочи отъ предъидущаго пожога, кладутъ слой дровъ и угля для зажиганія кучи и складываютъ каналы изъ каменныхъ плитъ, по которымъ подводится воздухъ въ кучу; *i* — представляютъ собою вытяжные каналы для продуктовъ горѣнія, *t* — ямы на поверхности кучи, для вытапливанія сѣры.

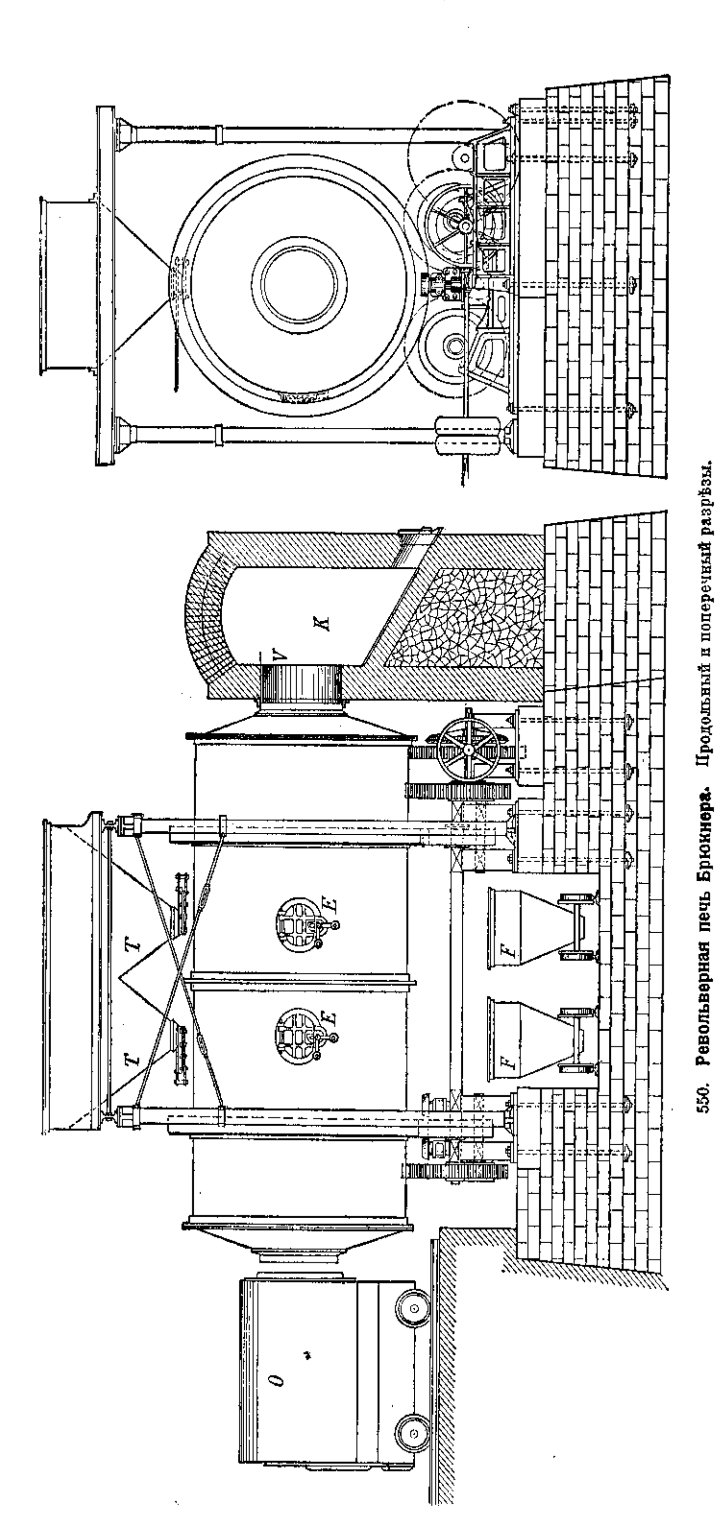
Обжигъ въ отражательныхъ печахъ. Устройство отражительныхъ печей съ неподвижнымъ подомъ въ существенныхъ своихъ чертахъ



549. **Печь Перкеса для обжига рудъ.**

сходно съ устройствомъ соотвѣтствующихъ печей для обжига свинцовыхъ рудъ, причемъ здѣсь, какъ и тамъ, выгоднѣе примѣнять длинныя двухэтажныя печи, въ которыхъ руда, по мѣрѣ обжига, передвигается отъ борова къ топкѣ печи. Печи эти были уже описаны въ статьѣ *о свинцѣ*, почему здѣсь повторять этого описанія мы не будемъ.

При печахъ такой конструкціи затрачивается много работы на перегребаніе руды, почему уже съ давнихъ временъ дѣлались попытки замѣны дорогого ручного труда машиннымъ. Первоначально и такія печи имѣли прямоугольную форму, и руда передвигалась особыми мѣшалками, двигавшимися вдоль печи. Позднѣе пришли къ убѣжденію, что болѣе цѣлесообразными въ этомъ случаѣ являются круглыя печи, снабженныя вращающимися мѣшалками. На рисункѣ 549 представлена одна изъ старѣйшихъ печей такой конструкціи — печь Перкеса. Печь эта имѣетъ двухэтажный подъ. Руда зава-



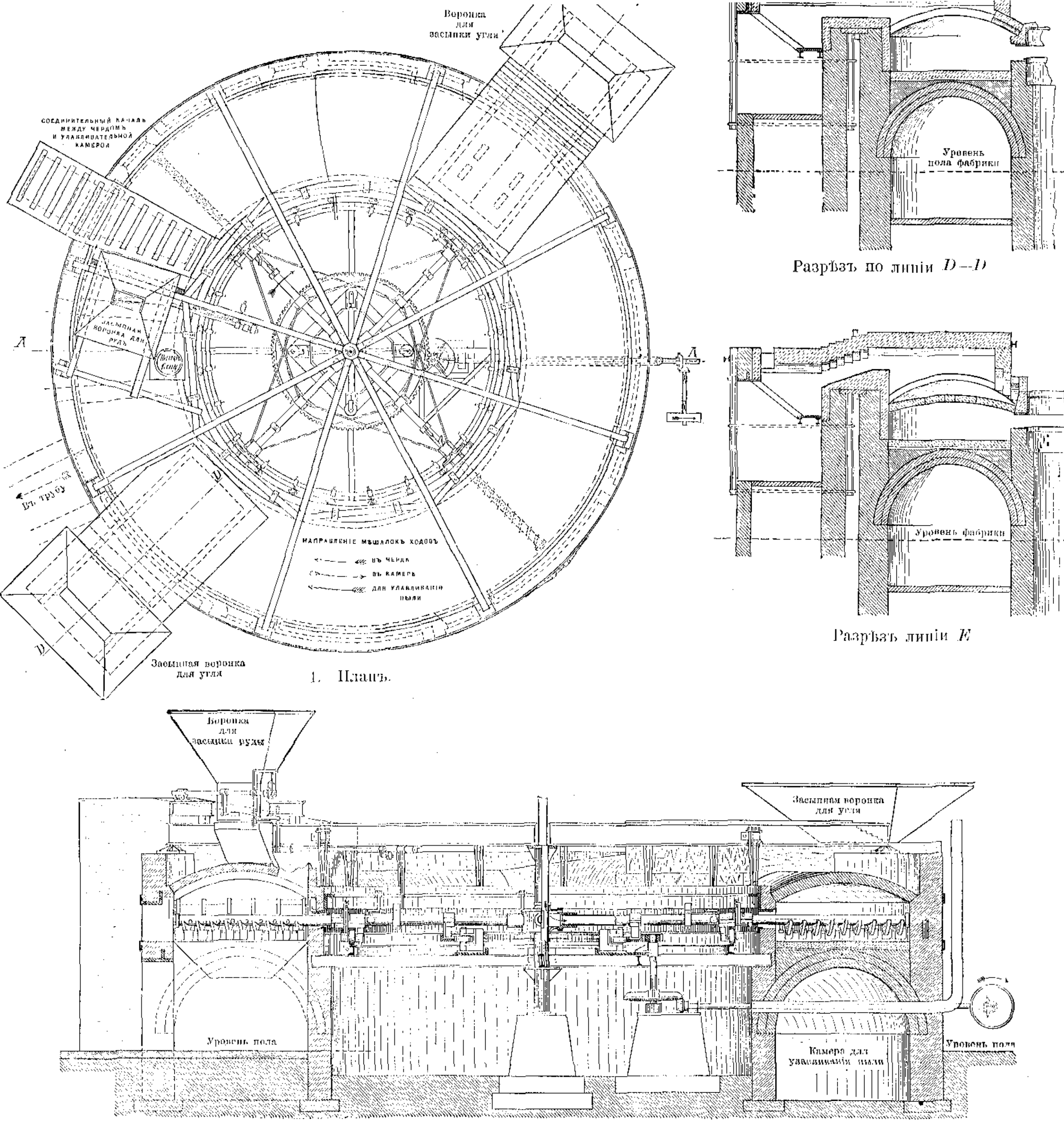
550. **Револьверная печь Брюкнера.** Продольный и поперечный разрѣзы.

ливается на верхній подъ близъ дымовой трубы и гребками, прикрѣпленными къ крестовинѣ, насаженной на вращающійся валъ, перегребается на противоположный конецъ, гдѣ она черезъ отверстіе проваливается на второй подъ и по этому послѣднему перегребается къ выпускному отверстію. Топка расположена у нижняго пода и топочные газы, равно какъ и газы отъ обжига, описываютъ путь, обратный движенію руды, и уходятъ въ дымовую трубу.

Лучше остальныхъ печей этотъ принципъ обратнаго движенія газовъ и руды соблюденъ въ печахъ Перси, изображеніе которой имѣется на прилагаемой здѣсь таблицѣ.

Въ центрѣ круглаго пода печи вращается вертикальный валъ, на который насажена крестовина съ мѣшалками.

По окружности печи расположены двѣ топки D и E, изъ которыхъ топка, лежащая близъ завалочнаго отверстія печи, даетъ жаръ болѣе сильный, нежели топка, отъ него удаленная. Руда засыпается въ печь черезъ особую воронку и мѣшалками



1. Планъ.

Разрѣзъ по линіи $D-D$

Разрѣзъ линіи E

2. Разрѣзъ по линіи $A-A$ (фиг. 1).

Т-во „Просвѣщеніе“ въ Спб.

Печь Перси.

передвигается по поду печи. Топочные газы двигаются въ обратномъ направленіи и движеніе ихъ регулируется двумя подвѣшенными къ своду щитами. Газы изъ печного пространства поступаютъ въ расположенную подъ подомъ печи камеру для улавливанья пыли, механически увлеченной ими изъ печи.

Когда заваленная въ печь руда, сдѣлавъ почти полный оборотъ но поду печи, вновь подойдетъ къ завалочному отверстію, она проваливается черезъ выпускное отверстіе въ особую камеру, въ которой она охлаждается струею воды, циркулирующей по множеству небольшихъ трубокъ, заключенныхъ въ небольшіе желѣзные ящики. Изъ холодильника руда попадаетъ въ зумпфъ норій, которыми она доставляется къ плавильнымъ печамъ для дальнѣйшей обработки. Печь Перси кромѣ обжига мѣдныхъ рудъ примѣняется и для обжига многихъ рудъ благородныхъ металловъ. Производительность печи съ подомъ около 7 метровъ въ діаметрѣ доходитъ до 50 тоннъ въ 24 часовую смѣну.

Руды твердыя, которыя можно быстро перемѣщать во время обжига, не опасаясь ихъ измельченія, обжигаются во вращающихся печахъ. Изъ числа этихъ печей мы опишемъ здѣсь револьверную печь системы Брюкнера и печь Вите. Печь Брюкнера (см. рисунокъ 550) представляетъ собою цилиндръ въ 7 метр. длиною и около 2,5 метровъ въ діаметрѣ, обтянутый массивными чугунными кольцами, которыми онъ покоится на роликахъ и можетъ быть приведенъ во вращеніе помощью зубчатой передачи. Для вращенія цилиндра требуется сила, равная силѣ 1—2 паров. лошадей.

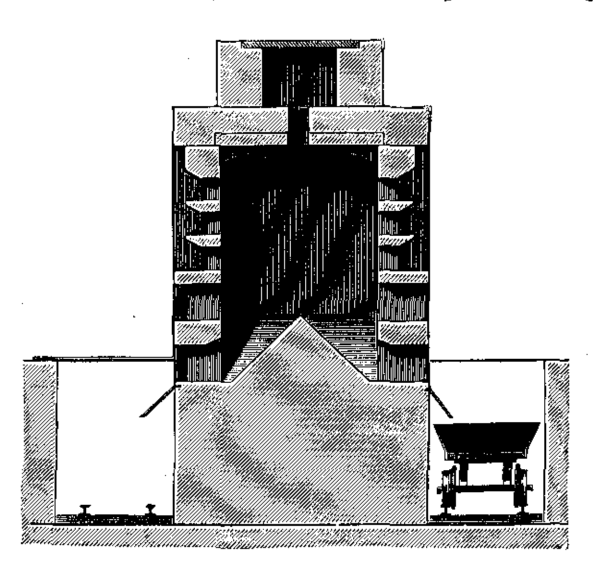
Передъ заваломъ печь поворачивается отверстіями EE кверху. Руда забрасывается въ воронки FF и черезъ названныя отверстія поступаетъ въ печь. Во время обжига печь вращается; необходимые для обжига газы поступаютъ въ печь изъ топки O, помѣщенной сбоку печи, а продукты обжига вмѣстѣ съ нагрѣвшими печь газами поступаютъ черезъ каналъ V въ камеру K, въ которой они осаждаютъ механически увлеченную ими пыль и уходятъ въ трубу. Камера очищается отъ пыли черезъ лазъ въ нижней части печи. Послѣ обжига цилиндръ поворачиваютъ отверстіями E внизъ и черезъ эти послѣднія выгребаютъ обожженную руду въ подставленные здѣсь вагоны, для доставки къ плавильнымъ печамъ или другимъ приборамъ. Печь Брюкнера указанныхъ выше размѣровъ можетъ дать въ одну операцію около 10 тоннъ руды, причемъ обжигъ длится около 14 часовъ и на него расходуется около 1,6—2,6 тоннъ угля. Расходъ на рабочія руки въ данномъ случаѣ ничтоженъ, такъ какъ достаточно имѣть одного рабочаго для ухода за тремя печами.

Печь Вита представляетъ собою въ противуположность печи Брюкнера непрерывно дѣйствующую печь. Печь эта представляетъ собою такъ же вращающійся цилиндръ, съ тою лишь разницею, что онъ поставленъ наклонно къ горизонту и что руда поступаетъ въ него непрерывно съ верхняго конца цилиндра. Топка расположена у нижняго конца и топочные газы двигаются на встрѣчу обжигаемой рудѣ. Черезъ каналъ въ верхнемъ концѣ цилиндра газы поступаютъ въ камеру для улавливанья пыли, оттуда въ дымовую трубу. Обожженная руда черезъ отверстіе въ нижней части скатывается въ камеру и оттуда она перегружается въ вагонъ для доставки къ плавильнымъ печамъ. Наклонъ цилиндра можетъ быть измѣненъ въ зависимости отъ желаемой продолжительности пребыванія руды въ печи и крупности кусковъ послѣдней.

Обжигъ рудъ въ шахтныхъ печахъ. Старѣйшими по времени своего появленія рудообжигательными шахтными печами являются печи системы Кильнсъ, примѣняемыя нынѣ главнѣйше для обжига купферштейна и представляющія собою (см. фиг. 551) небольшія шахтныя печи, въ двухъ противуположныхъ стѣнкахъ которыхъ сдѣланы небольшія отверстія для шурованія, доступа воздуха въ печь, завалки руды и другихъ работъ по обжигу.

Нѣсколько такихъ печей заключены въ общій корпусъ и имѣютъ общій каналъ для отвода продуктовъ горѣнія. Шахта каждой печи соединяется съ этимъ каналомъ отверстіемъ въ сводѣ печи. Руда заваливается черезъ верхнія отверстія въ стѣнкахъ печи, нижнія служатъ для шурованія и для выгребанія обожженной руды. Для облегченья выгреба въ поду печи дѣлаются скаты къ боковымъ стѣнкамъ; по нимъ руда, или штейнъ скатывается къ выгребнымъ отверстіямъ и сваливается въ подставленные подъ нихъ вагоны для доставки къ плавильнымъ печамъ.

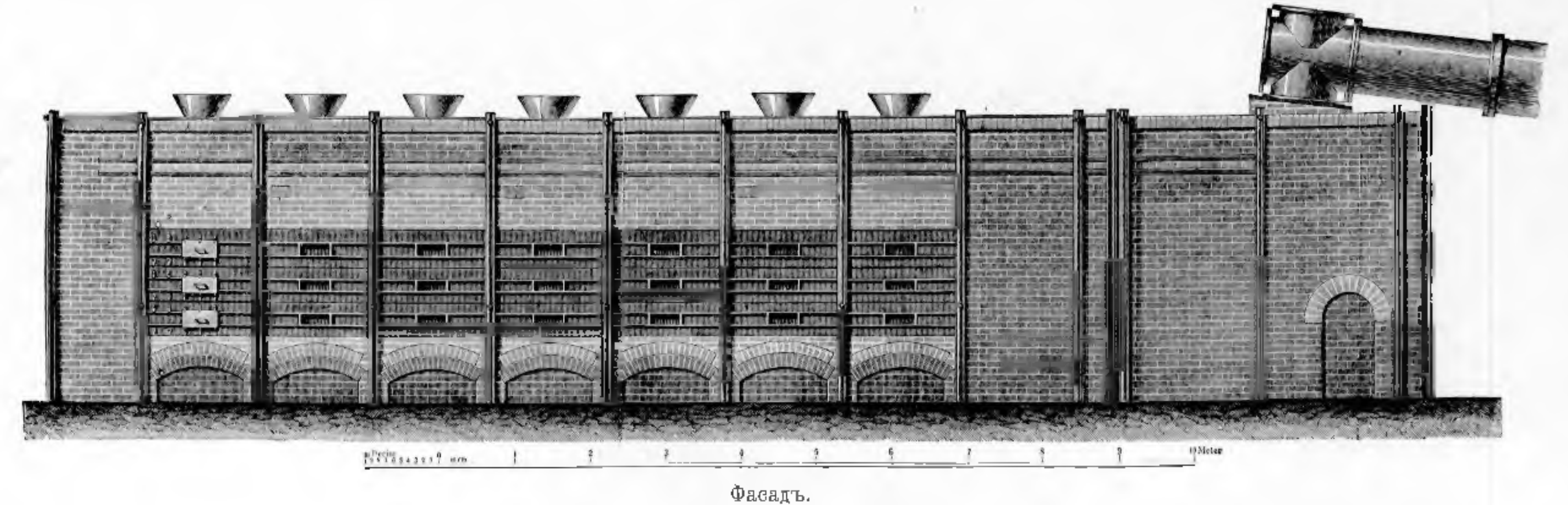
Иногда при обжигѣ крупныхъ кусковъ колчедановъ въ поду печи устраиваютъ вмѣсто скатовъ рѣшетку, состоящую изъ вращающихся колосниковъ квадратнаго поперечнаго сѣченія. Обжигаемая руда, состоящая изъ кусковъ колчедана въ 12—75 мм. въ поперечникѣ, заваливается на колосники слоемъ въ 600—700 мм.; печь сначала подогрѣваютъ снаружи, послѣ чего обжигъ идетъ частью насчетъ теплоты, развивающейся при горѣніи сѣры, а частью засчетъ теплоты, развиваемой дровами, забрасываемыми черезъ нижнія отверстія. Завалка руды производится черезъ верхнія отверстія; продукты горѣнія и обжига черезъ отверстія проходятъ въ общій для цѣлаго ряда печей отводной каналъ, откуда они поступаютъ въ камеру для улавливанья пыли и оттуда въ приборы для фабрикаціи сѣрной кислоты. Обожженная руда выгребается изъ печи вращеніемъ колосниковъ въ пространство подъ подомъ и оттуда заваливается въ вагоны.



551. **Печь Кильнсъ для обжига штейна.**

Для обжига мелкихъ рудъ описанныя шахтныя печи неудобны уже по одному тому, что руда въ нихъ ложится плотной компактной массой, затрудняющей проникновеніе въ нее топочныхъ газовъ.

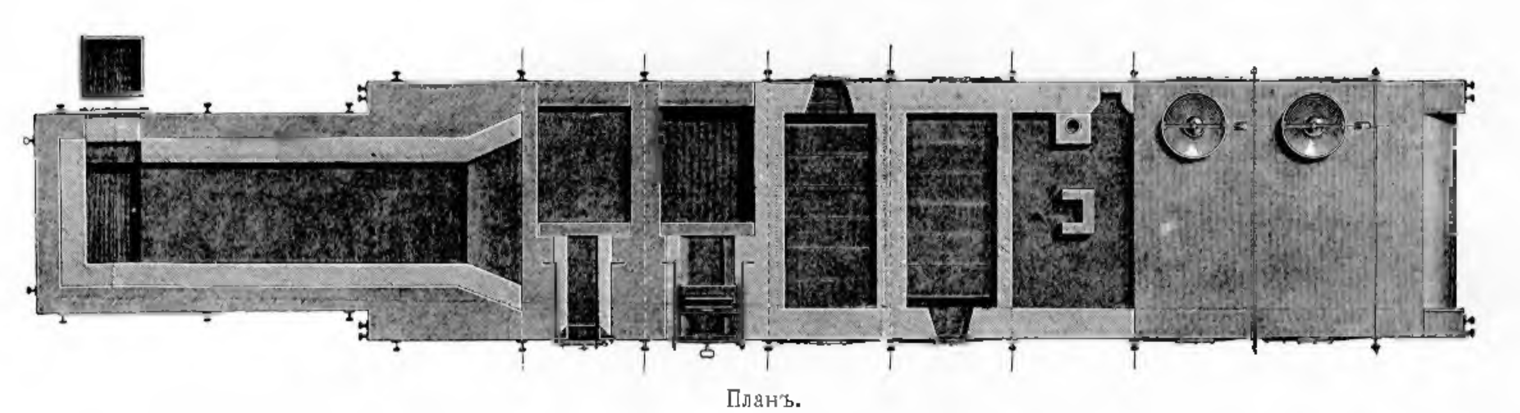
Конструкцію шахтныхъ печей пришлось поэтому подвергнуть значительнымъ измѣненіямъ, цѣлью которыхъ было устраненіе указаннаго неудобства. Такъ Герстенгоферъ предложилъ шахтную печь, въ шахтѣ которой расположено множество поперечныхъ брусьевъ, по которымъ скатывается руда. Въ печи Газенклевера руда описываетъ зигзагообразный путь, скатываясь по наклоннымъ доскамъ, укрѣпленнымъ въ двухъ противуположныхъ стѣнкахъ шахты, причемъ навстрѣчу рудѣ двигались направляемыя тѣми же досками топочные газы и воздухъ. Всѣ такія печи имѣютъ, однако, извѣстныя неудобства и пользуются небольшимъ распространеніемъ при обжигѣ мѣдныхъ рудъ, почему мы и не приводимъ болѣе подробнаго ихъ описанія. Только изобрѣтенная сравнительно недавно печь Малетра (см. прилагаемая таблица) нашла себѣ болѣе обширное примѣненіе для обжига богатыхъ мѣдью сѣрныхъ колчедановъ, легко разсыпающихся въ порошокъ. Печь Малетра состоитъ изъ шахты, раздѣленной перегородками на нѣсколько этажей. Руда заваливается на верхнюю площадку, постепенно перегребается на нижнюю и черезъ нижнее выгребное отверстіе обожженная руда выгребается въ подставленные вагончики. Топка устроена въ нижней части каждой печи, цѣ-



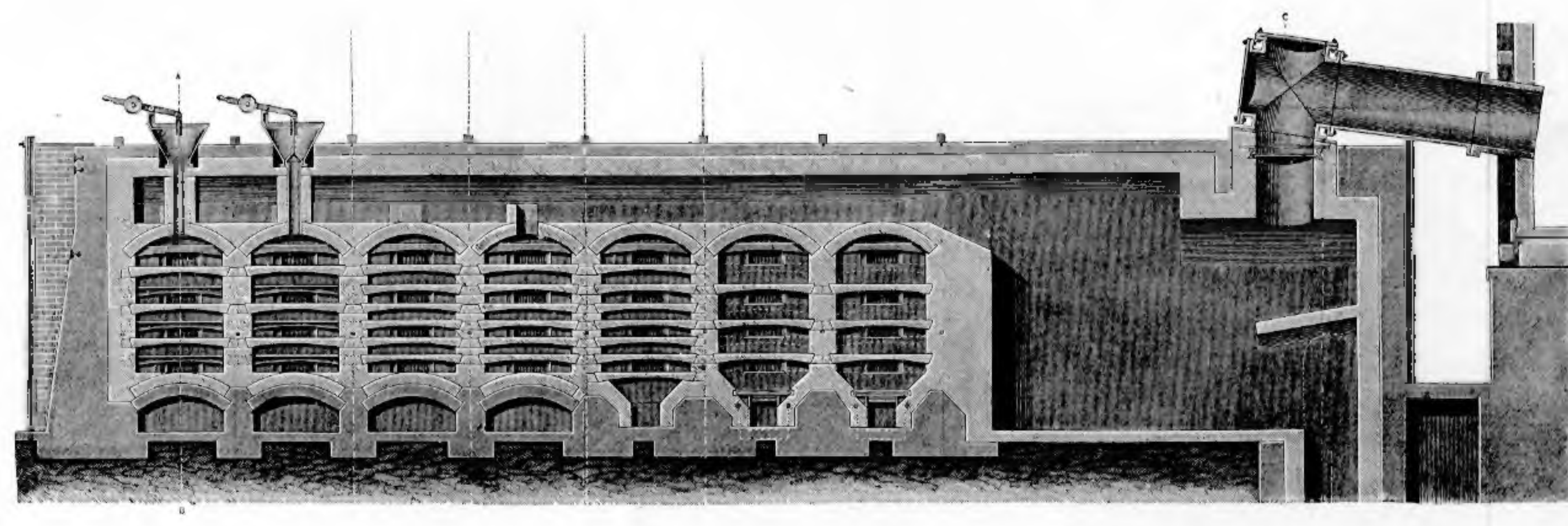
Фасадъ.



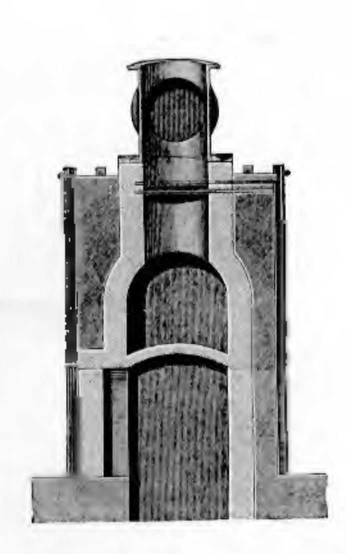
Поперечный разрѣзъ одной изъ камеръ.



Планъ.



Продольный разрѣзъ.



Разрѣзъ камеры для улавливанья пыли и газоотводной трубы.

Печь Малетра для обжига мелкаго колчедана.

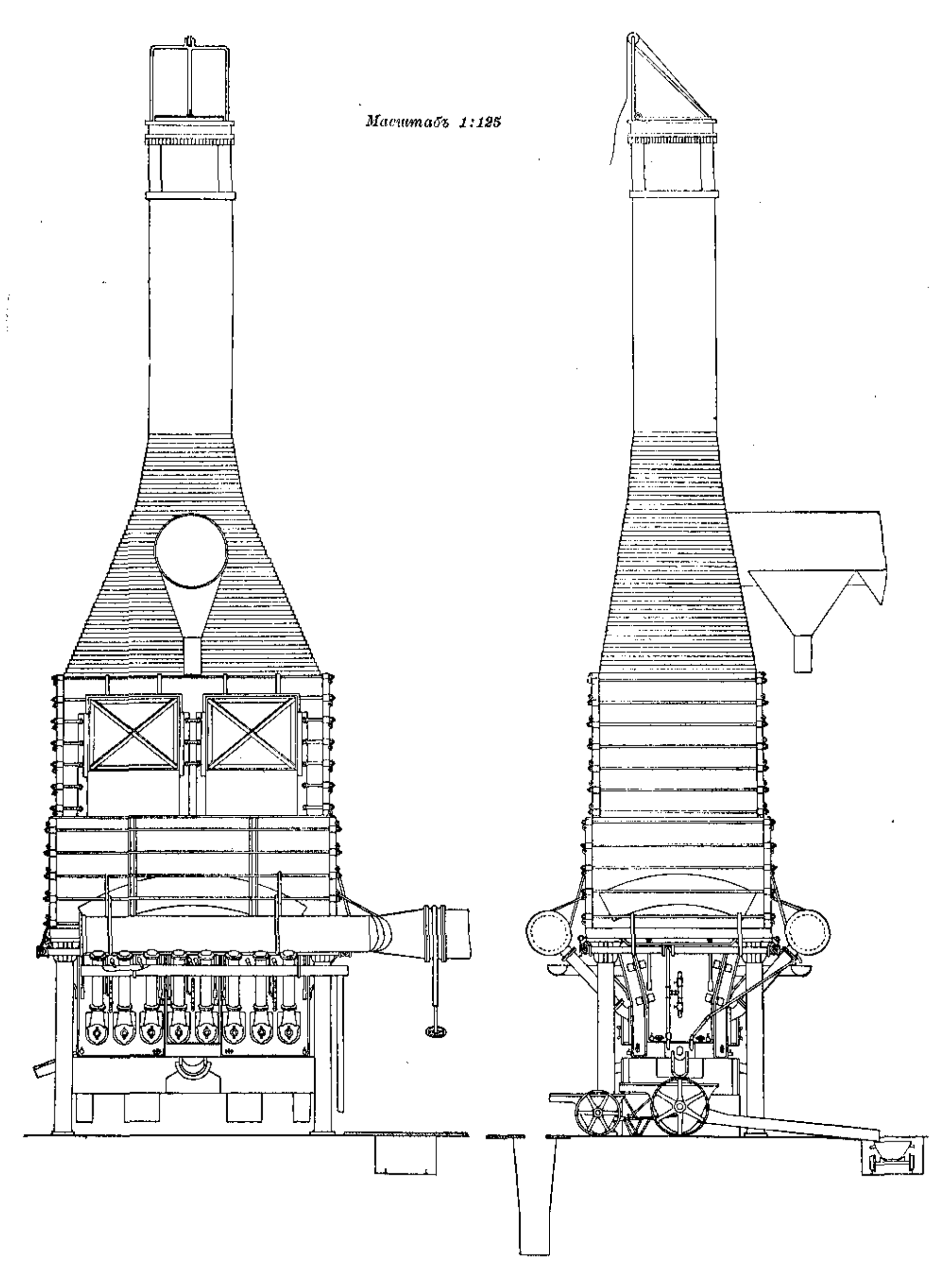
лый рядъ которыхъ имѣютъ одинъ общій корпусъ. Продукты горѣнія описываютъ зигзагообразный путь, двигаясь навстрѣчу рудѣ, собираются въ общую для всѣхъ печей широкую камеру для улавливанья пыли, откуда они, вмѣстѣ съ выдѣляющимся при обжигѣ сѣрнистымъ газомъ, отводятся въ приборы для фабрикаціи сѣрной кислоты и въ дымовую трубу. Засыпка руды производится черезъ воронки, закрываемыя крышками, чтобы избѣжать выдѣленія газа въ то время, когда воронкою не пользуются. По мѣрѣ выгребанія руды съ нижней площадки перегребаютъ съ площадки на площадку вышележащую руду и на опроставшуюся верхнюю площадку заваливаютъ новыя порціи руды.

Въ различное время было предложено множество приборовъ для механическаго перегребанія руды, но приборы эти до сихъ поръ не нашли себѣ примѣненія въ практикѣ, почему описаніе ихъ представляется пока излишнимъ.

2. **Плавка на купферштейнъ** (рудная плавка). Какъ уже сказано выше, за обжигомъ рудъ слѣдуетъ такъ называемая рудная плавка или плавка на купферштейнъ, имѣющая цѣлью собрать всю содержащуюся въ рудѣ мѣдь въ видѣ сплава сѣрнистой мѣди съ сѣрнистымъ желѣзомъ и небольшимъ количествомъ сѣрнистыхъ соединеній другихъ металловъ. Попутно этою плавкою удаляются окислившіяся при обжигѣ сѣрнистыя соединенія различныхъ металловъ, ошлакованіемъ этихъ послѣднихъ, для чего въ плавку вводятся различныя примѣси. Составъ шихты является при этой плавкѣ крайне различнымъ, въ зависимости отъ состава руды, степени ея обжига и другихъ обстоятельствъ, вліяющихъ на плавку. При плавкѣ кварцеватыхъ и глинистыхъ рудъ въ шихту вводятся, какъ примѣсь, руды съ большимъ содержаніемъ желѣза или извести, а также основные шлаки отъ предыдущей плавки или отъ описанной ниже плавки на черную мѣдь. Наоборотъ при плавкѣ рудъ, жильная порода которыхъ богата основаніями, въ шихту приходится прибавлять кварцевыя и глинистыя руды, кислые шлаки, глину и глинистый сланецъ. Къ слишкомъ обожженнымъ рудамъ прибавляютъ рудъ необожженныхъ и наоборотъ, если мы имѣемъ руды, недостаточно обожженныя, то къ нимъ прибавляютъ окисленныя мѣдныя руды или продукты отъ рафинированія мѣди. Количественный составъ шихты, т. е. отношеніе вѣса различныхъ входящихъ въ составъ шихты веществъ также сильно мѣняется. Во всякомъ случаѣ шихту разсчитываютъ такимъ образомъ, чтобы при плавкѣ получались одно- или двукремнеземики (шлаки, въ которыхъ от-



552. Маансфельдская печь.



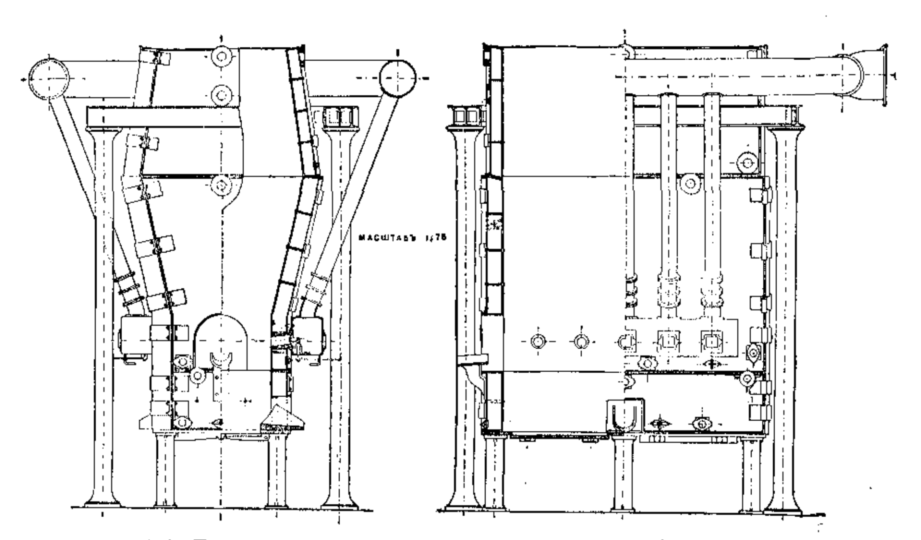
553. **Печь Джонсона для плавки на купферштейнъ.**

ношеніе кислорода основаніи къ кислороду кремнезема заключалось между 1 и $^1/_2$) и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ при плавкѣ кремнистыхъ рудъ шихту разсчитываютъ на трехкремнеземикъ. Основаніемъ въ шлакѣ служитъ, главнѣйше, закись желѣза и шлаки получаются достаточно легкоплавкими.

Въ прежнее время плавка на купферштейнъ велась почти исключительно въ шахтныхъ печахъ квадратнаго или трапецоидальнаго сѣченія. Теперь шахта печей дѣлается обыкновенно круглою или овальною, хотя иногда устраиваютъ

печи прямоугольнаго сѣченія, подобныя описаннымъ выше печамъ Рашета, нашедшимъ себѣ обширное примѣненіе при плавкѣ свинцовыхъ рудъ.

Изъ старинныхъ печей мы здѣсь опишемъ Маансфельдскую печь, представленную на фиг. 552. Внутренняя шахта печи *s* — круглаго сѣченія, окружена массивнымъ наружнымъ кожухомъ *m*, въ передней стѣнкѣ котораго сдѣланъ перекрытый сводомъ вырѣзъ, открывающій доступъ къ внутренней шахтѣ печи. Пространство между внутренней и наружной кладкой (такъ называемая пазуха печи) заполнена глиняной набивкой *f*. Задѣлка печи — шпуровая, причемъ въ печи сдѣланы не одно, а два отверстія, какъ говорятъ, два глаза. Подъ каждымъ отверстіемъ находится передовой горнъ *v*, въ который стекаетъ по наклонной лещади печи расплавившаяся въ шахтѣ масса. При этомъ шлакъ, какъ матеріалъ болѣе легкій, всплываетъ наверхъ, переливается черезъ кромку горна въ подставленную тутъ же шлаковую



554. Печь съ водянымъ кожухомъ для плавки на купферштейнъ.

телѣжку, въ которой и отвозится къ мѣсту назначенія. Оба глаза раздѣлены стѣнкой *u* и представляются въ видѣ очковъ, отчего сама задѣлка получила названіе очковой задѣлки.

Въ настоящее время пользуются большимъ распространеніемъ шахтныя печи, по своему устройству сходныя съ печами Пильца для плавки свинцовыхъ рудъ. Печи строятся отъ 6 до 9 метровъ высоты и около 1300—1800 мм. въ діаметрѣ, на горизонтѣ фурмъ, около 1750—2200 мм. въ распарѣ, и снабжены 6—9 фурмами для дутья.

Всѣ описанныя выше печи кладутся сплошь изъ камня и только близъ фурмъ кладутся ящики, охлаждаемые водою.

Въ новѣйшее время стали строить печи, въ которыхъ охлажденіе водою примѣняется въ гораздо болѣе широкихъ размѣрахъ при кладкѣ стѣнъ печи.

Одна изъ такихъ печей, построенная недавно на одномъ изъ мѣдеплавильныхъ заводовъ сѣверной Америки, представлена на фиг. 553. Въ этой печи горнъ и обшивка сложены изъ желѣзныхъ ящиковъ, охлаждаемыхъ циркулирующею въ нихъ струею воды, причемъ горнъ сдѣланъ свободнымъ, а желѣзный кожухъ печи поставленъ на желѣзныя же колонны. Печь имѣетъ овальную форму и снабжена двумя рядами фурмъ для дутья.

Печь, представленная на фиг. 554, сложена цѣликомъ изъ охлаждаемыхъ водою ящиковъ, и въ конструкціи ея каменная кладка не принимаетъ ника-

кого участія. Ящики дѣлаются изъ желѣза; иногда впрочемъ сторона ихъ, обращенная внутрь печи, дѣлается изъ мѣди. Ящики имѣютъ форму сегментовъ и изъ нѣсколькихъ такихъ сегментовъ составляется полный вѣнецъ кладки стѣнъ. При поврежденіи кладки отдѣльные сегменты легко могутъ быть замѣнены новыми.

Со стороны приверженцевъ стараго способа кладки печей изъ огнеупорнаго кирпича дѣлались многочисленныя возраженія противъ новаго способа кладки изъ ящиковъ, охлаждаемыхъ водою. Въ настоящее время мы имѣемъ уже богатый матеріалъ о службѣ новыхъ печей и, пользуясь имъ, можемъ съ увѣренностью сказать, что всѣ эти возраженія не основательны. Новыя печи не только не уступаютъ старымъ по продолжительности службы и удобству работы въ нихъ, но даже во многомъ превосходятъ эти послѣднія. При тщательномъ производствѣ кладки старыя кирпичныя печи обходятся почти столько же, сколько и новыя желѣзныя. Но устройство этихъ печей не требуетъ такой большой осторожности, какъ въ выборѣ матеріаловъ (камня и цемента) такъ и въ кладкѣ печи. Устройство печи идетъ быстрѣе.

Задувка новой печи, которая въ старыхъ каменныхъ печахъ должна вестись крайне осторожно и медленно, производится въ новыхъ желѣзныхъ печахъ легко и быстро. Уходъ за желѣзными печами, исправленіе испортившихся частей печи и замѣна ихъ новыми представляются также операціями крайне простыми и легкими. Наконецъ, одна изъ труднѣйшихъ работъ — удаленіе изъ шахты печей накопившихся на стѣнахъ послѣднихъ желѣзныхъ настылей, которая въ каменныхъ печахъ представляла крайне трудную работу, часто связанную съ пріостановкою плавки на очень продолжительное время, въ печахъ съ охлажденіемъ производится гораздо проще, такъ какъ настыли вслѣдствіе охлажденія стѣнокъ печи являются здѣсь пористыми и рыхлыми и легко могутъ быть удалены изъ печи.

Противники печей съ охлажденіемъ постоянно указываютъ на случайный недостатокъ воды, какъ на источникъ постоянной опасности для правильнаго хода печи. При ближайшемъ разсмотрѣніи опасность эта оказывается вовсе не такою большою. Понятно, что въ мѣстностяхъ, бѣдныхъ водою, гдѣ, слѣдовательно, мы не гарантированы отъ постояннаго въ продолженіе долгаго промежутка времени недостатка воды, не слѣдуетъ строить печей съ охлажденіемъ. Случайныя же и непродолжительныя разстройства въ доставкѣ воды не имѣютъ вредныхъ послѣдствій. Сама печь даетъ знать о такомъ недостаткѣ тѣмъ, что изъ стѣнокъ ея начинаетъ выдѣляться паръ и выдѣленіе это сопровождается такимъ шумомъ, что оно не можетъ пройти не замѣченнымъ.

Мастеръ, ухаживающій за печью, во время предупреждается объ опасности и имѣетъ время предупредить ее, для чего въ большинствѣ случаевъ является достаточнымъ пріостановить дутье и, устранивъ причину разстройства водопровода, вновь возобновить его.

Какъ уже было говорено выше, печи для плавки на купферштейнъ имѣютъ обыкновенно шпуровую задѣлку. Въ противуположность печамъ для выплавки свинцовыхъ рудъ здѣсь нѣтъ тигля, въ которомъ происходитъ раздѣленіе штейна отъ шлаковъ и другихъ получающихся при плавкѣ продуктовъ.

Вести это раздѣленіе въ самой печи представляется даже опаснымъ, такъ какъ купферштейнъ легко разъѣдаетъ стѣнки кладки, равно какъ и получающіеся при плавкѣ горячіе шлаки. Далѣе при охлажденіи купферштейна въ печи могутъ образоваться желѣзистыя настыли, выломка которыхъ крайне затруднительна и угрожаетъ серьезнымъ разстройствомъ плавки. Все это заставляетъ удалять купферштейнъ тотчасъ же по его образованіи и вести раздѣленіе штейна отъ шлаковъ въ такъ называемомъ передовомъ горну, легко

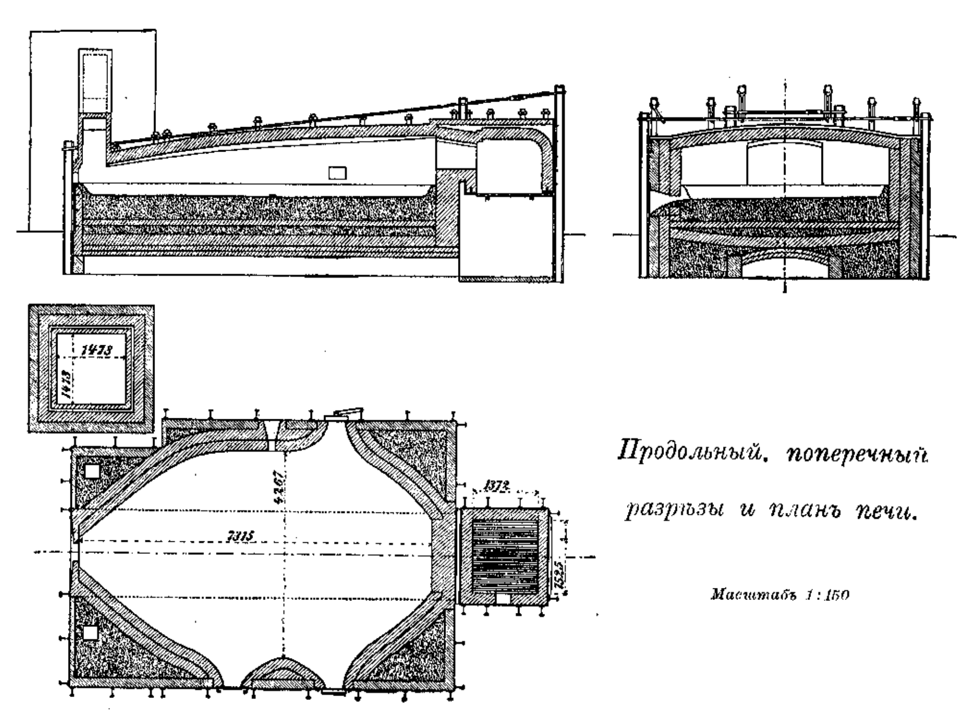
доступномъ для ремонта и разстройство и заполненіе котораго не оказываетъ никакого вліянія на печь. Въ печахъ старой конструкціи передовой горнъ помѣщался въ кладкѣ печи. Въ болѣе же новыхъ печахъ горнъ устраивается на телѣжкѣ и состоитъ изъ чугунныхъ котловъ, выложенныхъ внутри огнеупорнымъ кирпичемъ, составъ котораго зависитъ отъ состава получающихся при плавкѣ шлаковъ. Иногда, впрочемъ, стѣнки горна устраиваются двойными и охлаждаются циркулирующей между ними водою. Кромѣ отверстія, которымъ передовой горнъ сообщается съ шпуровымъ отверстіемъ печи, горнъ снабжается еще двумя отверстіями — однимъ для выпуска шлаковъ, расположеннымъ близъ верхней кромки горна и другимъ для выпуска скопившагося на днѣ горна штейна. Это второе отверстіе въ зависимости отъ величины горна и способа плавки располагается у шпурового отверстія печи или дальше отъ него. Обыкновенно передовой горнъ закрывается крышкой. Несмотря на сравнительно низкую температуру штейна, послѣдній все-таки разъѣдаетъ стѣнки горна. Чтобы устранить этотъ недостатокъ или устраиваютъ стѣнки горна двойными и охлаждаютъ ихъ водою, или придаютъ горну большіе размѣры, отчего увеличивается поверхность соприкосновенія горна съ наружнымъ воздухомъ и снабжаютъ стѣнки тонкой, сравнительно, обшивкой, толщиною въ полкирпича или кирпичъ.

Въ передовомъ горну получается и накопляется сырой матеріалъ для послѣдующихъ процессовъ плавки. Поэтому всѣ нарушенія правильнаго хода этихъ процессовъ отзываются на горну и на самой печи для плавки купферштейна. Если, напримѣръ, послѣдующія операціи идутъ почему либо быстрѣе и штейна требуется больше обыкновеннаго, то и плавку на купферштейнъ приходится вести быстрѣе, приходится, слѣдовательно, прибѣгать къ горячему ходу плавки. Наоборотъ: всякое замедленіе въ послѣдующихъ операціяхъ заставляетъ прибѣгать къ холодному ходу плавки въ печахъ для полученія купферштейна. Такая тѣсная зависимость этихъ операцій другъ отъ друга сказывается особенно сильно въ томъ случаѣ, если въ число послѣдующихъ операцій входитъ бессемерованіе купферштейна. Для бессемерованія требуется жидкій штейнъ, почему мы не имѣемъ возможности регулировать ходъ процесса запасами штейна, заготовленнаго за предыдущее время. Для устраненія всѣхъ этихъ неудобствъ полезно дѣлать горнъ возможно большимъ, чтобы имѣть постоянно достаточный запасъ расплавленнаго штейна. Горнъ обыкновенно подогрѣваютъ и такимъ образомъ мы получаемъ горнъ, по своему устройству сходный съ отражательною печью. Введеніе такихъ отражательныхъ печей имѣетъ за собою много преимуществъ, особенно при выплавкѣ значительныхъ количествъ мѣди. При наличности такихъ печей сберегаются расходы на переплавку штейна, уменьшаются расходы на рудную плавку, такъ какъ здѣсь нѣтъ надобности въ частомъ измѣненіи хода печи изъ горячаго въ холодный, вслѣдствіе отсутствія необходимости строго приспособлять ходъ рудной плавки къ потребностямъ въ штейнѣ послѣдующихъ плавокъ. Благодаря присутствію отражательныхъ печей, можно скопить достаточный запасъ расплавленнаго штейна во время случайныхъ замедленій въ ходѣ послѣдующей обработки штейна и регулировать скопленнымъ запасомъ случайное увеличеніе спроса на штейнъ со стороны этихъ операцій, не прибѣгая къ вредному для шахтныхъ печей ускоренію хода этихъ послѣднихъ. Можно, имѣя нѣсколько такихъ печей, держать на готовѣ запасъ штейна, богатаго и бѣднаго мѣдью и регулировать имъ составъ шихты при послѣдующей обработкѣ штейна. Наконецъ, въ отражательныхъ печахъ штейнъ лучше отдѣляется отъ шлаковъ и другихъ примѣсей, такъ какъ въ этихъ печахъ поддерживается все время достаточно высокая температура, чего нѣтъ въ обыкновенныхъ неподогрѣваемыхъ передовыхъ горнахъ.

Описаніе устройства отражательныхъ печей для переплавки штейна бу-

детъ дано ниже при описаніи плавки на такъ называемый сокращенный купферштейнъ.

Въ особенно благопріятныхъ условіяхъ находится плавка богатыхъ мѣдью колчедановъ. При этой плавкѣ можно выбросить предварительный обжигъ руды, какъ отдѣльную самостоятельную операцію и начать прямо съ плавки на купферштейнъ, которая здѣсь значительно облегчается тѣмъ обстоятельствомъ, что колчеданы легко выдѣляютъ часть содержащейся въ нихъ сѣры, которая, сгорая, развиваетъ необходимую для окисленія постороннихъ примѣсей и ихъ ошлакованія высокую температуру. Такой способъ плавки оказался пригоднымъ и для сравнительно бѣдныхъ сѣрою колчедановъ, при-



555. **Отражательная печь Петерса для плавки на купферштейнъ.**

чемъ для поддержанья въ печи необходимой высокой температуры — въ шихту прибавляютъ отъ 1,5—5 % угля.

Плавка ведется въ шахтныхъ печахъ, форма профиля которыхъ должна быть совершенно прямою, чтобы въ области плавленія не могло развиться слишкомъ высокой температуры, способствующей полученію богатыхъ желѣзомъ шлаковъ. Печи дѣлаются высокими. Шихту можно располагать безразлично, вертикальными или горизонтальными слоями; при засыпкѣ вертикальными слоями необходимо только располагать руду въ центрѣ, а примѣси по стѣнкамъ шахты и пускать дутье въ печь множествомъ мелкихъ отверстій. Дутье проводится горячее и подъ большимъ давленіемъ. При засыпкѣ горизонтальными слоями упругость дутья — меньше и нѣтъ необходимости въ нагрѣваніи его до очень высокой температуры.

Уголь въ тѣхъ случаяхъ, когда его приходится прибавлять къ шихтѣ, берется крупный.

Описанный способъ плавки пригоденъ и для нѣкоторыхъ колчедановъ, содержащихъ благородные металлы, такъ какъ эти металлы остаются въ штейнѣ.

Кромѣ сѣрнаго колчедана данный способъ оказывается выгоднымъ и для плавки магнитныхъ колчедановъ. Примѣсь небольшого количества сурьмянистыхъ и мышьяковистыхъ соединеній также не мѣшаетъ плавкѣ. Примѣсь же цинковыхъ и свинцовыхъ рудъ дѣлаетъ плавку невозможною.

Получающійся при плавкѣ купферштейнъ содержитъ, въ зависимости отъ состава руды и другихъ обстоятельствъ, отъ 15 до 25% мѣди.

3. Обжиганіе купферштейна ведется обыкновенно въ описанныхъ выше печахъ системы Кильнсъ, хотя иногда ведутъ обжигъ и въ пламенныхъ печахъ, кучахъ и стойлахъ. Послѣдніе способы примѣняются обыкновенно для окончательнаго обжига обогащеннаго уже штейна.

4. Сокращеніе купферштейна. Съ цѣлью уменьшить массу купферштейна и увеличить содержаніе мѣди въ немъ за счетъ выдѣленія постороннихъ примѣсей, обожженный купферштейнъ подвергается одной или нѣсколькимъ сократительнымъ плавкамъ, при которыхъ постороннія примѣси окисляются и ошлаковываются и получается продуктъ, все болѣе и болѣе богатый мѣдью. Съ химической стороны эта плавка является простымъ продолженіемъ предшествующей рудной плавки и на нѣкоторыхъ заводахъ она ведется совмѣстно съ нею, причемъ въ печахъ мы получаемъ сразу богатый штейнъ, идущій въ плавку на черную мѣдь.

Если уже для рудной плавки многіе англійскіе заводы пользуются отражательными печами, то тѣмъ болѣе удобнымъ является примѣненіе этихъ печей для сокращенія полученнаго сырого штейна. Печи въ этомъ случаѣ имѣютъ такое же устройство, какъ и описанныя выше печи для плавки оловянныхъ рудъ. Здѣсь также, какъ и тамъ, необходимо устраивать подъ свободнымъ и доступнымъ для ремонта, уединять его отъ топки и боровка слоемъ воздуха, дѣлать наружный кожухъ печи возможно болѣе независимымъ отъ внутренней кладки. Подъ обыкновенно дѣлается набивнымъ изъ чистаго кварцеваго песку, для чего послѣ кладки стѣнъ и свода, поддерживающаго подъ, въ печь заваливаютъ песокъ, смѣшиваютъ его съ известью, формуютъ подъ и задаютъ сильный жаръ для прокаливанья пода. Особенной тщательности требуетъ устройство пода въ печахъ, предназначенныхъ для плавки на черную мѣдь; въ печахъ для рудной плавки такой тщательности не требуется и набивной подъ изъ кварцеваго песку можетъ быть замѣненъ подомъ, сложеннымъ изъ динасовыхъ кирпичей въ 230 мм. толщиною.

Примѣняемыя нынѣ отражательныя печи большихъ размѣровъ представляютъ много преимуществъ передъ шахтными печами. Преимущества эти заключаются въ большей легкости управленія печью, возможности получить по желанію окислительную, или возстановительную атмосферу въ печи, что въ свою очередь даетъ возможность проплавлять въ печи богатые штейны, съ небольшимъ содержаніемъ желѣза въ нихъ. Наконецъ, благодаря той же легкости перемѣны атмосферы печи представляется возможнымъ соединить обжигъ рудъ или, по крайней мѣрѣ, часть обжига съ плавкою штейна и вести обѣ операціи въ одной печи.

Завалка штейна производится обыкновенно черезъ воронки въ сводѣ печи, послѣ чего закрываютъ двери и задаютъ сильный жаръ. По прошествіи пяти часовъ массу перемѣшиваютъ и продолжаютъ плавить до тѣхъ поръ, пока не прекратится выдѣленіе газа. Послѣ этого задаютъ еще на нѣкоторое время сильный жаръ, чтобы лучше расплавить массу и отдѣлить шлаки отъ штейна. Шлаки снимаютъ и выливаютъ въ шлаковыя формы или гранулируютъ, выливая ихъ въ сосудъ съ водою, и засыпаютъ въ печь новую порцію шихты, которую обрабатываютъ по предыдущему и вновь снимаютъ шлаки. Далѣе заваливаютъ третью порцію, обрабатываютъ и выливаютъ сначала шлаки, а затѣмъ ужъ и штейнъ въ особыя формы.

Возстановительная плавка на черную мѣдь. Обогащенный предыдущими операціями штейнъ, содержащій, примѣрно, около 60% мѣди, обжигается въ печахъ Кильнсъ, кучахъ, или стойлахъ и проплавляется въ шахтныхъ печахъ съ прибавкою шлаковъ, остатковъ отъ рафинированія черной мѣди и другихъ богатыхъ мѣдью продуктовъ. Руда заваливается въ печь перемежающимися слоями съ углемъ, которымъ штейнъ возстановляется въ металлическую мѣдь.

Полученный при плавкѣ продуктъ, черная мѣдь, содержитъ еще много различныхъ примѣсей, отъ которыхъ онъ долженъ быть очищенъ рафинированіемъ.

Плавку ведутъ такимъ образомъ, чтобы, кромѣ черной мѣди и шлака, оставалось еще небольшое количество штейна, предохраняющаго мѣдь отъ окисленія. Полученный штейнъ очень богатъ мѣдью и подъ именемъ дюнштейна подвергается дальнѣйшей обработкѣ, для чего онъ сначала обжигается.

Описанный способъ полученія черной мѣди примѣняется для обработки колчеданистыхъ рудъ штейновъ, а равно и для обработки охристыхъ мѣдныхъ рудъ и заводскихъ продуктовъ, причемъ эти послѣдніе не подвергаются предварительному обжигу, а идутъ непосредственно въ плавку.

Обжигательно востановительная плавка на черную мѣдь производится въ печахъ и конверторахъ и заключается въ томъ, что часть штейна здѣсь обжигается до полнаго окисленія мѣди въ окись этого металла, которая потомъ частью необожженнаго еще штейна разлагается съ образованіемъ сѣрнистаго газа и возстановленіемъ металлической мѣди. Окиси же другихъ металловъ ошлаковываются кремнекислою набойкою печи съ образованіемъ силикатовъ.

Описаніе устройства отражательныхъ печей было уже дано выше въ статьѣ объ обжигѣ штейна. Здѣсь же мы только повторимъ, что для успѣшнаго хода печи необходимо обратить самое тщательное вниманіе на кварцевую набойку пода и на прокаливанье послѣдней. Для избѣжанія потери штейна черезъ подъ, послѣдній покрывается слоемъ расплавленной и охлажденной металлической мѣди, которая предохраняетъ его отъ проникновенія мѣди изъ штейна. Штейнъ заваливаютъ въ видѣ слитковъ черезъ рабочія окна печи, а не черезъ воронки свода, чтобы предохранить подъ отъ разрушенія падающими слитками штейна. Расплавленіе штейна ведутъ при открытыхъ дверцахъ, такъ что ужъ съ самаго начала плавленія начинается и окисленіе штейна кислородомъ воздуха.

Далѣе повышаютъ, а затѣмъ понижаютъ температуру печи, чтобы ускорить обжигъ купферштейна и создать условія, благопріятныя для возстановленія полученной окиси мѣди сѣрою необожженной части штейна. Операція продолжается около 24 часовъ и за это время успѣваютъ проплавить отъ 2—4 тоннъ штейна. Полученная черная мѣдь содержитъ около 98% металлической мѣди и около 2% примѣсей, главнѣйше, желѣза. Получающіеся при плавкѣ шлаки очень богаты мѣдью и прибавляются къ слѣдующей плавкѣ штейна.

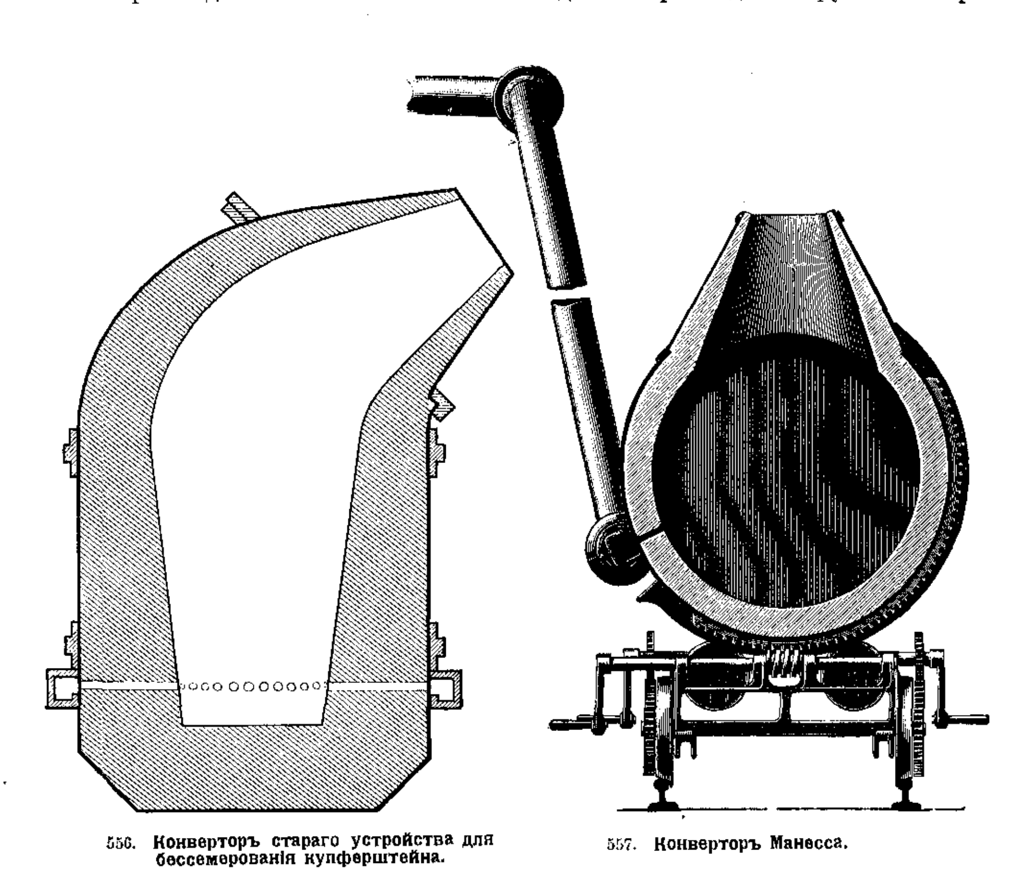
Уже давно были сдѣланы попытки замѣнить отражательную или шахтную печь въ данномъ процессѣ конверторомъ и ввести бессемерованіе купферштейна, подобно тому какъ мы имѣемъ бессемерованіе чугуна въ собственно бессемеровскомъ процессѣ.

Всѣ попытки вести процессъ въ конверторѣ, подобномъ конвертору Бессемера, оканчивались полною неудачею.

Скопившаяся на днѣ реторты и обладавшая большою теплопроводностью мѣдь застывала и прекращала доступъ воздуха въ купферштейнъ.

Пришлось поэтому измѣнить конверторъ, устроивъ сопла не въ днѣ, а въ стѣнкахъ реторты выше горизонта расплавленной мѣди.

Конверторъ такого устройства (см. фиг. 556) также оказался неудобнымъ и Маноссъ предложилъ свой конверторъ цилиндрической формы (см. фиг. 557), снабженный цѣлымъ рядомъ фурмъ, лежащихъ въ одной горизонтальный плоскости. Фурмы сообщаются съ распредѣлительной трубой, которая въ свою очередь сообщается многими трубами съ главнымъ воздухопроводомъ. Вращеніемъ конвертора вокругъ горизонтальной оси фурмы могутъ быть установлены на любой высотѣ относительно нижней производящей конвертора. Въ остальномъ конверторъ Манесса устроенъ подобно ретортѣ Бессемера. Здѣсь какъ и тамъ имѣется одно отверстіе для загрузки конвер-



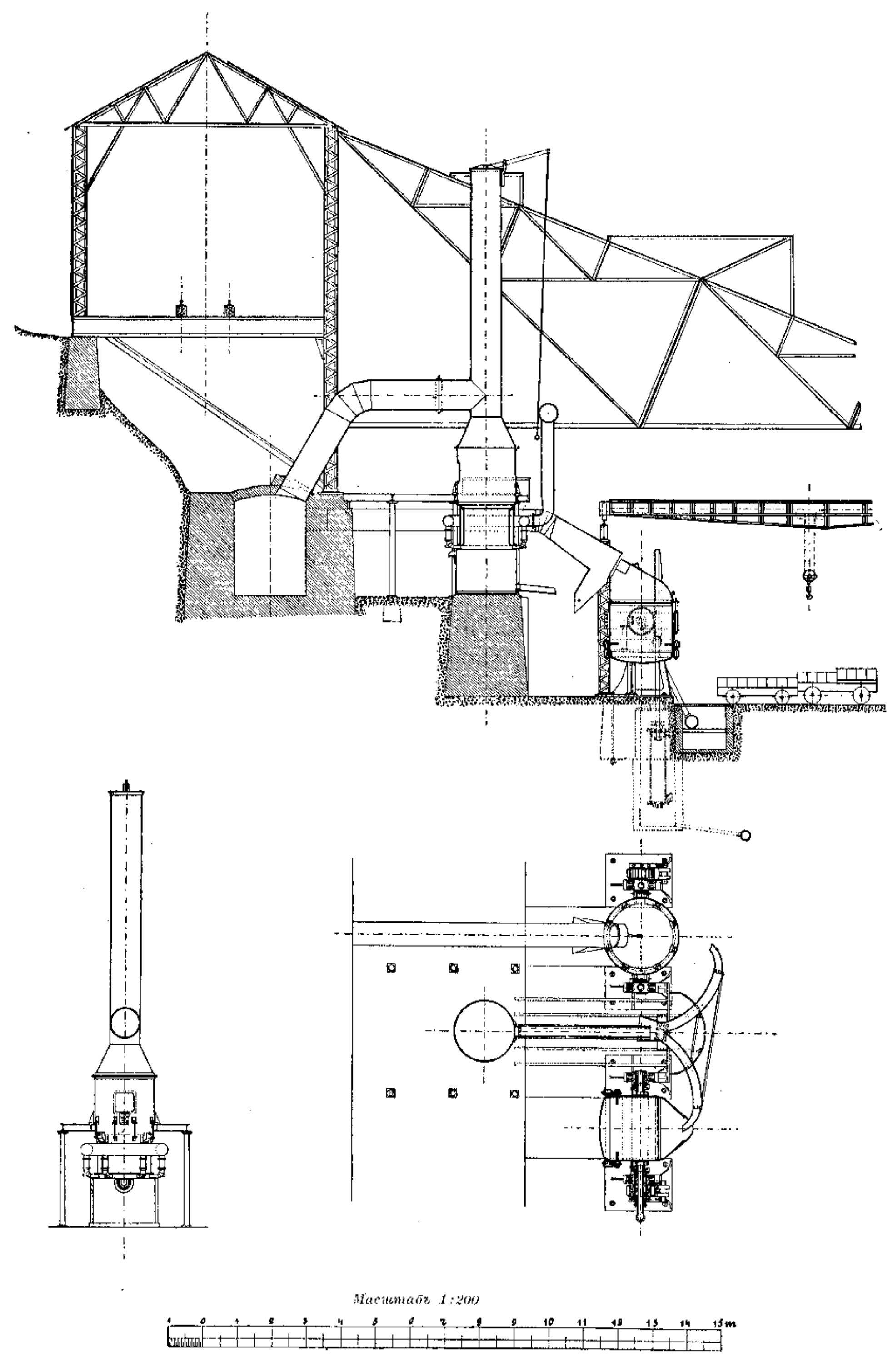
556. Конверторъ стараго устройства для бессемерованія купферштейна.

557. Конверторъ Манесса.

тора, выхода изъ него продуктовъ горѣнія и розлива мѣди. Вращеніемъ около горизонтальной оси конверторъ можетъ быть установленъ въ любомъ положеніи. Фиг. 557 представляетъ конверторъ Манесса, а на фиг. 558 представлено устройство бессемеровской мастерской вмѣстѣ съ печью для плавки купферштейна. Конверторы, расположенные вертикально, имѣютъ около 2,5—4 метр. высоты, 1,5—2 метр. діаметра, а горизонтальные конверторы — около 1—1,5 діаметра и до 2 метр. длины.

Описанная окислительно возстановительная плавка примѣняется для колчеданистыхъ мѣдныхъ рудъ, штейновъ и въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ для мышьяковистыхъ продуктовъ.

Обработка мѣдныхъ рудъ мокрымъ путемъ. Въ томъ случаѣ, когда мѣдь заключается въ рудѣ въ видѣ растворимыхъ своихъ соединеній (напр. мѣднаго купороса), самымъ простымъ способомъ обработки рудъ является



558. Расположеніе приборовъ на фабрикѣ для бессемерованія купферштейна.

выщелачиванье послѣднихъ и осажденіе мѣди изъ щелока какимъ либо болѣе энергичнымъ металломъ, напримѣръ желѣзомъ. Часто такой обработкѣ подвергаютъ и трудно растворимыя руды, содержащія окись мѣди или углекислую мѣдь. Въ такомъ случаѣ руду обрабатываютъ слабою соляною кислотою, растворомъ хлористыхъ солей или сѣрною кислотою. Наконецъ тотъ же способъ мокрой обработки примѣняется и для извлеченія мѣди изъ убогихъ колчеданистыхъ и охристыхъ рудъ, для чего руды подвергаются вывѣтриванью, окислительному или хлорирующему обжигу, обработкѣ растворомъ хлорнаго желѣза и другихъ соединеній этого металла, дѣйствующихъ окисляюще или хлорирующе на соединенія другихъ металловъ. Полученный продуктъ, содержащій мѣдный купоросъ или хлорную мѣдь, подвергается выщелачиванью водою и осажденью желѣзомъ.

Обжигъ ведутъ или въ обыкновенныхъ отражательныхъ печахъ, или въ печахъ Перси, причемъ эти послѣднія пользуются большимъ распространеніемъ на многихъ американскихъ заводахъ при обжигѣ мѣдныхъ рудъ, съ замѣтнымъ содержаніемъ рудъ благородныхъ металловъ и въ новѣйшее время были построены такія печи очень большихъ размѣровъ. Для выщелачиванья полученныхъ сѣрнокислыхъ или хлористыхъ соединеній различныхъ металловъ примѣняются, большею частью, деревянные сосуды, внутри покрытые слоемъ смолы или асфальта.

Изъ полученнаго раствора осаждаютъ желѣзомъ металлическую мѣдь (цементную мѣдь). Если же руда содержитъ значительное количество благородныхъ металловъ, то передъ осажденіемъ растворъ обрабатываютъ способомъ, указаннымъ въ статьѣ о золотѣ и серебрѣ, или же осаждаютъ эти металлы вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ мѣди, дѣйствуя вначалѣ небольшимъ количествомъ желѣза.

Полученная цементная мѣдь содержитъ значительное количество желѣза, мышьяка и сурьмы и нуждается въ дальнѣйшемъ рафинированіи, что производится способомъ, описаннымъ ниже.

Осажденіе мѣди электролизомъ. Въ послѣднее время было предложено много способовъ осажденія мѣди электролитическимъ путемъ. Способы эти на практикѣ не привились, такъ какъ они или наткнулись на непреодолимыя затрудненія (способъ Маркеза), или еще борются съ этими затрудненіями (способъ Сименса и Гальске и способъ Гейфнора).

Рафинированіе мѣди.

Въ природѣ встрѣчается, хотя и въ рѣдкихъ сравнительно случаяхъ, самородная мѣдь въ такомъ количествѣ, что она заслуживаетъ обработки, причемъ вся обработка заключается въ простомъ рафинированіи мѣди, съ цѣлью очистить ее отъ небольшого количества примѣсей. Такому же рафинированію должна быть подвергнута и получающаяся при плавкѣ мѣдныхъ рудъ черная мѣдь, равно какъ и осаждающаяся изъ растворовъ цементная мѣдь. Примѣсями ко всѣмъ поименованнымъ сортамъ мѣди являются серебро, золото, цинкъ, свинецъ, висмутъ, кобальтъ, никкель, желѣзо, соединенія сѣры, сурьмы, мышьяка и т. п. Способъ рафинированія зависитъ прежде всего отъ того, содержитъ ли данная мѣдь благородные металлы или нѣтъ.

Обыкновенно эти металлы въ мѣди не содержатся и для рафинированія черной мѣди окисляютъ заключающіяся въ ней примѣси плавкой въ отражательныхъ печахъ или въ горнахъ (гармахерскій горнъ) съ дутьемъ. Въ послѣднее время плавка ведется также и въ регенеративныхъ печахъ Сименса. Какъ уже было сказано выше, при устройствѣ печей необходимо обращать самое тщательное вниманіе на набивку пода, который въ данномъ случаѣ набивается пескомъ. Очень важно покрывать подъ расплавленной чистой

мѣдью, чтобы изъ этого слоя не могли перейти въ рафинируемую мѣдь различныя примѣси.

Для сохраненія пода полезно заваливать мѣдь не непосредственно на подъ, а на положенныя на него специально для этой цѣли доски. Послѣ завалки, насадка мѣди расплавляется въ продолженіе 6—7 часовъ, при закрытыхъ рабочихъ отверстіяхъ и при возстановительной атмосферѣ печи. Когда шихта расплавилась, открываютъ рабочія отверстія, пускаютъ верхнее дутье и подвергаютъ расплавленную мѣдь дѣйствію окислительной атмосферы. Въ теченіе первыхъ 2—2$^1/_2$ часовъ окисляются содержащiеся въ черной мѣди цинкъ, свинецъ, мышьякъ, сурьма желѣзо, никкель, олово и часть металлической мѣди, причемъ получившіеся окислы частью улетучиваются, частью же ошлаковываются кислымъ подомъ печи. Даже самыя постоянныя примѣси мѣди разлагаются образующейся въ концѣ этого періода закисью мѣди. Образованіе закиси мѣди является поэтому весьма благопріятнымъ для процесса рафинированія, такъ какъ закись мѣди сплавляется съ мѣдью во всѣхъ пропорціяхъ, проникаетъ такимъ образомъ въ самую массу металла и рафинируетъ его, легко отдавая свой кислородъ содержащимся въ немъ примѣсямъ. Какъ только началась реакція между закисью мѣди и содержащимися въ металлѣ примѣсями, тотчасъ же начинается обильное выдѣленіе газовъ по всей поверхности мѣди, металлъ, какъ говорятъ, кипитъ. Чтобы ускорить это выдѣленіе газовъ, въ концѣ процесса мѣдь, какъ говорятъ, дразнятъ, погружая въ нее деревянныя жерди.

Выдѣляющіеся при этомъ продукты обугливанья дерева энергично перемѣшиваютъ всю массу, предоставляя дѣйствію кислорода воздуха новую и новую поверхность металла. Рафинированіе происходитъ крайне энергично, изъ расплавленнаго металла выдѣляется масса газовъ, вся ванна бурлитъ и изъ нея выбрасываются брызги металла. По прошествіи 2—3 часовъ вся операція заканчивается и получается мѣдь, содержащая нѣкоторое количество закиси мѣди. Мѣдь эта называется пережженной мѣдью (гаркупферомъ) и для обработки не годится, такъ какъ она очень хрупка.

Особый родъ гаркупфера представляетъ такъ называемая розетная мѣдь, получающаяся быстрымъ охлажденіемъ расплавленной ванны, вспрыскиваніемъ поверхности ея водою. На поверхности ванны получаются при этомъ кружки мѣди, которые снимаютъ и подъ именемъ розетной мѣди подвергаютъ дальнѣйшей обработкѣ съ цѣлью выдѣлить изъ нея закись этого металла.

Для полученія чистой мѣди гаркупферъ или розетную мѣдь подвергаютъ возстановительной плавкѣ. Плавка ведется въ тѣхъ же горнахъ или печахъ, въ которыхъ ведется и вышеописанная окислительная плавка и нерѣдко обѣ эти операціи соединяются въ одну — называемую рафинированіемъ мѣди, а полученный продуктъ называютъ очищенной или рафинированною мѣдью.

Для ускоренія операціи здѣсь также прибѣгаютъ къ дразненію мѣди, причемъ поверхность металла покрывается предварительно слоемъ угля для предохраненія мѣди отъ соприкосновенія съ воздухомъ и могущаго произойти окисленія металла. Развивающіеся при обугливаніи жерди газы перемѣшиваютъ ванну и возстановляютъ содержащуюся въ ваннѣ закись мѣди. По окончаніи даннаго періода полученную чистую мѣдь отливаютъ въ штыки и въ такомъ видѣ пускаютъ въ продажу. Конецъ операціи узнается проковкою пробы и изгибомъ полученной пластинки металлической мѣди. Мѣдь при изгибѣ на 180^0 не должна давать рванинъ и трещинъ, будучи же сломанною, должна обладать въ изломѣ атласнымъ блескомъ.

Выщелачиванье сѣрной кислотой — пользовалось ранѣе почти повсемѣстнымъ примѣненіемъ для обработки черной мѣди, содержащей благородные металлы. Въ настоящее время данный способъ примѣняется въ

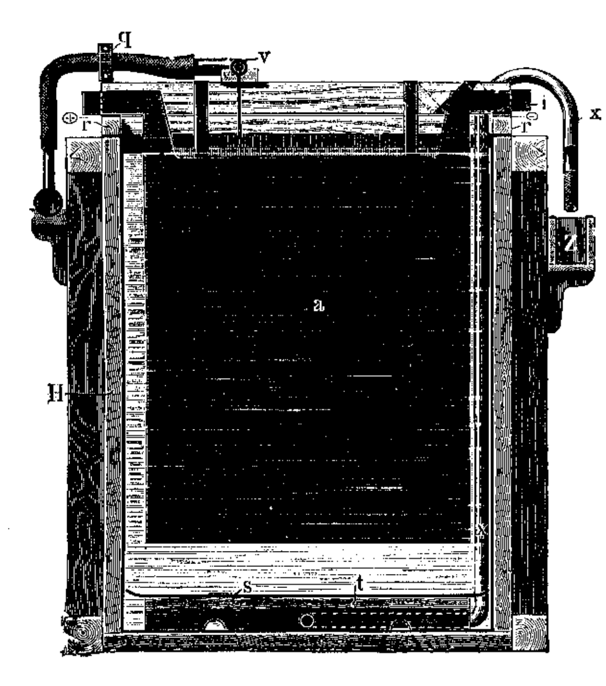
тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ можно разсчитывать на сбытъ мѣднаго купороса. Черную мѣдь гранулируютъ и обрабатываютъ сѣрною кислотою въ деревянныхъ сосудахъ, выложенныхъ внутри свинцовыми листами. Мѣдь заваливается на дно сосуда, снизу поступаетъ воздухъ, а сверху по каплямъ притекаетъ слабая сѣрная кислота. Воздухъ покрываетъ зерна мѣди пленкой окиси, которая растворяется сѣрною кислотою; содержащійся же въ мѣди свинецъ и благородные металлы даютъ нерастворимый въ водѣ шламъ.

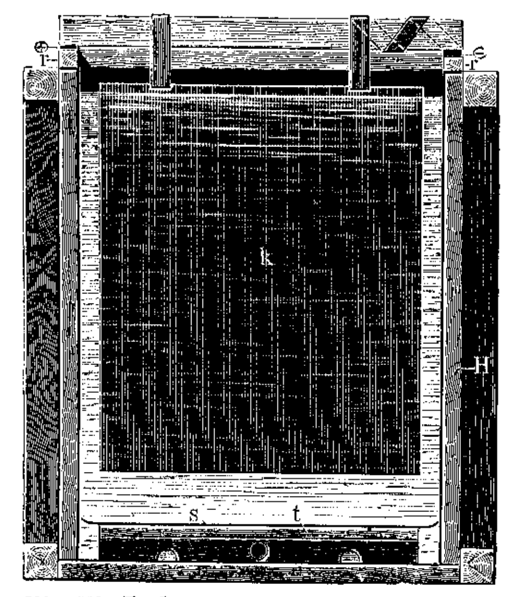
Изъ ящиковъ для выщелачиванья жидкость поступаетъ въ жолоба, гдѣ осѣвшій шламъ собирается, сушится и перерабатывается на трейбофенахъ. Растворъ же мѣднаго купороса поступаетъ въ выпаривательные приборы для кристаллизаціи этой соли. Прежде изъ этого раствора осаждали мѣдь желѣзной ломью, нынѣ же въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ мѣдный купоросъ не находитъ собѣ непосредственнаго сбыта, предпочитаютъ замѣнять описанный способъ рафинированія чорной мѣди электролитическимъ способомъ.

Электролизъ черной мѣди производится въ деревянныхъ, выложенныхъ свинцовыми листами, сосудахъ. Въ сосуды подвѣшены рядъ пластинъ изъ черной мѣди и въ промежутки между ними, а равно и по бокамъ двухъ крайнихъ пластинъ листы изъ чистой мѣди. Пластины черной мѣди служатъ анодами, а мѣдные листы катодами. Токъ берется отъ динамомашинъ. Электролитомъ служитъ растворъ мѣднаго купороса. Напряженіе тока разсчитано такимъ образомъ, чтобы съ анодовъ переносилась на катоды только металлическая мѣдь. Изъ примѣсей къ черной мѣди, благородные металлы и свинецъ (послѣдній въ формѣ перекиси свинца и сѣрнокислой соли) даютъ нерастворимый въ ваннѣ шламъ, который, по мѣрѣ растворенія анодныхъ пластинъ, садится на дно сосудовъ, собирается и подъ именемъ аноднаго шлама поступаетъ въ обработку на содержащіеся въ немъ свинецъ и благородные металлы. Другія примѣси черной мѣди, какъ то желѣзо, никкель, кобальтъ и др. переходятъ въ растворъ и насыщаютъ собою послѣдній. При нѣкоторомъ опредѣленномъ содержаніи этихъ примѣсей и при силѣ тока, достаточной для отложенія мѣди, примѣси къ раствору также разлагаются и садятся на катодъ, загрязняя мѣдь. Вотъ почему еще задолго до такого предѣла насыщенія, растворъ ванны замѣняютъ новымъ; старый же идетъ на полученіе цементной мѣди.

На фиг. 559, 560, 561, 562 представлено устройство приборовъ для электролиза. На этихъ фигурахъ буквою *a* обозначены аноды, *k* — катоды, *s* — свинцовая тарелка для шлама, *t* — деревянная рама, служащая для нея подставкой, *H* — выложенный свинцовой обшивкой деревянный ящикъ для электролиза. Обшивка загибается на края ящика. Сверху обшивки кладется деревянная рама, пропитываемая масломъ, или какой либо другою жидкостью, мѣшающей дереву впитывать влагу; на рамѣ лежатъ проводники положительный (+) и отрицательный (—), состоящіе изъ мѣдныхъ проволокъ. На черт. 559 показанъ способъ подвѣшиванья анодныхъ пластинъ къ проводникамъ. Къ анодамъ припаяны двѣ лапы изъ мѣди, которыми они висятъ на проводникахъ, причемъ лапы соприкасаются съ положительнымъ проводникомъ непосредственно, а отъ отрицательнаго уединены изолирующей пластиной *i*. Катодныя пластины подвѣшены (см. фиг. 560) къ положенному поперекъ сосуда деревянному брусу помощью мѣдныхъ полосъ, причомъ полоса, обращенная къ отрицательному проводу, нѣсколько разъ обматывается вокругъ бруса и касается провода. Расположеніе ряда анодныхъ и катодныхъ пластинъ вдоль ванны показано на фиг. 561.

На фиг. 559 показано старое устройство для циркуляціи раствора въ ваннѣ. Вдоль ванны идетъ свинцовая труба, снабженная насадками по одной на каждое отдѣленіе ванны. Гуттаперчевымъ рукавомъ труба *V* сообщается съ трубою, приводящей свѣжій растворъ въ ванну. Растворъ, поступая въ трубу *V*,





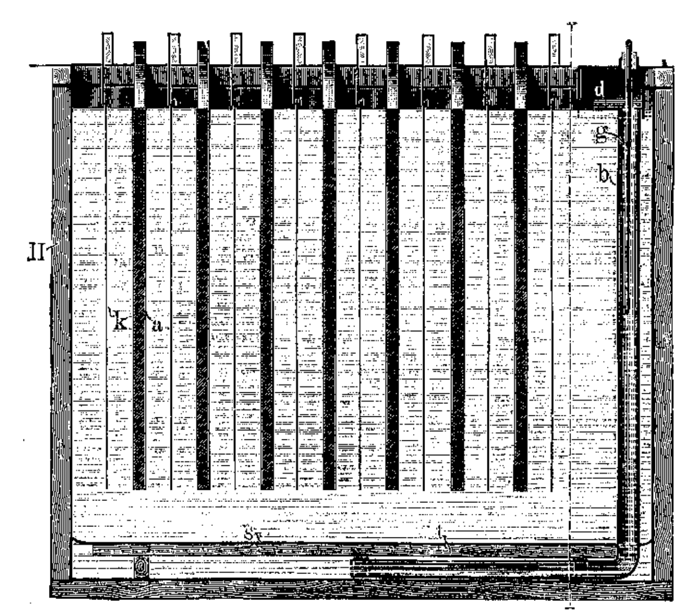
559 и 560. **Приборъ для электролиза черной мѣди.**
559—Видъ на анодныя пластинки и 560—на катоды.

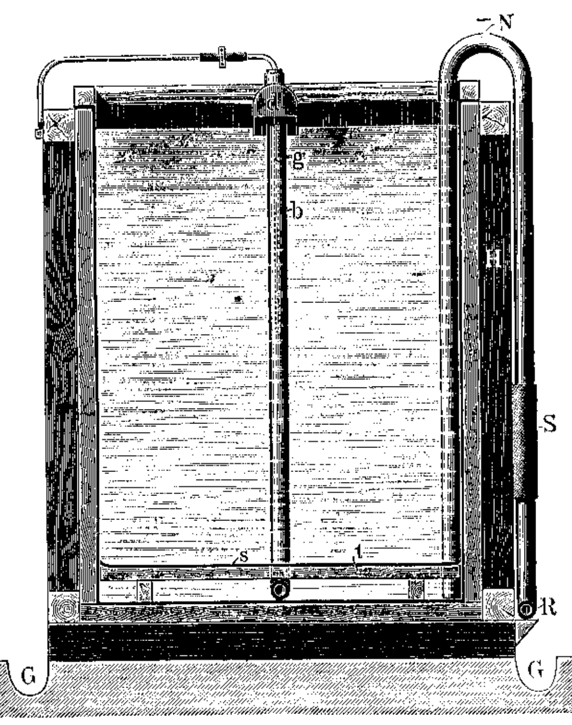
распредѣляется множествомъ отдѣльныхъ струй по различнымъ отдѣленіямъ ванны. Внизу ванны находится труба сифона, по которой бывшій уже въ употребленіи растворъ отводится изъ ванны въ жолобъ *Z*. Какъ въ трубѣ, приводящей растворъ, такъ и въ сифонѣ имѣются зажимы, дѣйствуя которыми можно пріостановить циркуляцію раствора въ ваннѣ.

На фиг. 561 и 562 представлено новѣйшее устройство такого приспособленія для циркуляціи раствора. Открытая съ обоихъ концовъ свинцовая трубка соединяется съ изогнутой стеклянной трубкой *g*, проходящей черезъ пробку, вставленную въ свинцовый колоколъ *d*. Въ нижней своей части трубка *g* входитъ въ другую открытую съ обоихъ концовъ трубку *b*, верхній конецъ которой вводится подъ колоколъ *d*. Трубкой *d* вводятъ воздухъ въ трубку *b*. Воздухъ распредѣляется мелкими пузырьками въ колоннѣ жидкости, наполняющей эту трубку, вслѣдствіе чего уменьшается ея удѣльный вѣсъ, нарушается равновѣсіе и растворъ изъ ванны поступаетъ въ трубку и, переливаясь черезъ края послѣдней, возвращается обратно въ ванну. При такомъ устройствѣ въ ваннѣ постоянно циркулируетъ старый растворъ и замѣна его свѣжимъ производится лишь въ концѣ операціи, когда растворъ становится уже негоднымъ для электролиза.

Для замѣны раствора свѣжимъ служитъ сифонъ *N*, съ гуттаперчевымъ рукавомъ *S*. При помощи этого сифона можно спустить старый, испортившійся растворъ въ желобъ *G*, и, соединивъ сифонъ помощью рукава съ насадкой, проложенной вдоль ящика трубы *R*, со свѣжимъ растворомъ, можно наполнить имъ ванну.

* * *





561 и 562. **Приборъ для электролиза черной мѣди.**
Продольный разрѣзъ и устройство для циркуляціи раствора въ ваннѣ.

Мѣдь (Cu, атомный вѣсъ 63,4, уд. в. 8,94) представляетъ собою металлъ, характеризующійся особымъ мѣдно-красимъ цвѣтомъ, въ отливкахъ — тонкозернистымъ, а въ прокованныхъ и прокатанныхъ издѣліяхъ тонко жилковатымъ строеніемъ; при небольшой, сравнительно, твердости и вязкости мѣдь отличается большою ковкостью и тягучестью. Подвергаясь внезапнымъ измѣненіямъ температуры и сотрясеніямъ, мѣдь теряетъ способность коваться, но послѣ умѣреннаго нагрѣванія до 200—300 вновь пріобрѣтаетъ ее. Мѣдь обладаетъ большою теплопроводностью и электропроводностью, благодаря чему она находитъ себѣ обширное примѣненіе въ электротехникѣ для устройства проводниковъ. Мѣдь сваривается, хотя и съ трудомъ, уже при температурѣ яркокраснаго каленія, причемъ незадолго до этой температуры она становится крайне хрупкою и легко разсыпается въ порошокъ. Мѣдь плавится около 1050—1100 причемъ расплавленная мѣдь даетъ характерный зеленый отливъ. Такимъ же цвѣтомъ окрашивается пламя бунзеновской горѣлки, если въ него введены металлическая мѣдь или ея соединенія. Въ пламени гремучаго газа, или при температурѣ Вольтовой дуги (около 3000^0) мѣдь возгоняется. Расплавленная мѣдь легко поглощаетъ многіе газы (водородъ, окись углерода, сѣрнистый газъ и др.), легко выдѣляя ихъ при остываніи. Со многими металлами (аллюминіемъ, никкелемъ, кобальтомъ, цинкомъ, оловомъ, свинцомъ,

висмутомъ, съ благородными металлами, марганцемъ, хромомъ, вольфрамомъ, молибденомъ и желѣзомъ) мѣдь даетъ сплавы. Точно также мѣдь легко растворяетъ кислородныя и сѣрнистыя соединенія и имъ подобныя соединенія, какъ-то: закись мѣди, сѣрнистую и фосфористую мѣдь, соединенія мышьяка, сурьмы и др. Способность мѣди поглощать газы должна быть принята въ разсчетъ при производствѣ отливокъ изъ этого металла, а также при розливѣ рафинированной мѣди въ формы, а способность ея давать сплавы имѣетъ большое значеніе при приготовленіи различныхъ бронзъ, латуни и другихъ мѣдныхъ сплавовъ, находящихъ себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ.

Изъ другихъ химическихъ свойствъ мѣди важное промышленное значеніе имѣютъ способность мѣди (хорошо прокованной и прокатанной) долгое время сопротивляться окисляющему дѣйствію кислорода воздуха, легко окисляясь въ присутствіи влажности и окислителей, съ образованіемъ основныхъ солей мѣди отъ соотвѣтствующихъ кислотъ. Соли эти имѣютъ въ большинствѣ случаевъ зеленый цвѣтъ, почему въ общежитіи ихъ называютъ мѣдной зеленью. Уже при слабомъ красномъ каленіи, задолго до температуры своего плавленія, мѣдь покрывается пленкой окисловъ, состоящей изъ смѣси закиси и окиси мѣди (мѣдная окалина).

Для мѣди характерна особенность лучше всѣхъ другихъ металловъ соединяться съ сѣрою, что, какъ мы видѣли выше, играетъ крайне важную роль въ плавкѣ сѣрнистыхъ мѣдныхъ рудъ.

Съ другими металлоидами за исключеніемъ водорода, азота и углерода мѣдь легко соединяется. Съ водородомъ мѣдь также даетъ соединеніе, но оно не всѣми химиками признается за дѣйствительное химическое соединеніе названныхъ элементовъ.

Хорошимъ растворителемъ мѣди служатъ концентрированная азотная и сѣрная кислоты и царская водка. Слабая сѣрная кислота и соляная растворяютъ мѣдь только въ присутствіи кислорода воздуха, или другихъ окислителей, чтобы связать выдѣляющійся водородъ, такъ какъ мѣдь непосредственно его не вытѣсняетъ.

Съ кислородомъ мѣдь даетъ два соединенія: закись и окись мѣди Cu_2O и CuO. Соединенія аналогичнаго состава (полусѣрнистая Cu_2S и сѣрнистая мѣдь CuS) она образуетъ съ сѣрою. Съ кислородными кислотами мѣдь даетъ только одинъ родъ солей, соотвѣтствующихъ окиси мѣди, съ галлоидами два ряда — соли закиси и окиси мѣди. Съ основаніями всѣ мѣдныя соли легко даютъ соотвѣтствующія основныя соли.

Примѣненія мѣди крайне разнообразны. Она служитъ для приготовленія различной посуды, приборовъ, машинныхъ частей и тому подобныхъ предметовъ для домашняго хозяйства и потребностей техники; для приготовленія электрическихъ проводовъ расходуются огромныя количества этого металла. Мѣдь находитъ себѣ обширное примѣненіе и въ художественной промышленности для приготовленія различныхъ украшеній. Мѣдь является главною составною частью многихъ крайне важныхъ въ промышленномъ отношеніи сплавовъ, каковы напримѣръ: бронзы (сплавъ мѣди съ оловомъ и цинкомъ, мѣди съ марганцемъ, аллюминіемъ, кремніемъ и др. металлами), латунь (сплавъ мѣди съ цинкомъ), нейзильберъ (мѣдь съ никкелемъ) и многіе другіе.

Мѣдные обрѣзки идутъ на приготовленіе мѣднаго купороса, окиси мѣди, фосфористой мѣди и другихъ соединеній этого металла, если только эти послѣднія, какъ это напримѣръ имѣетъ мѣсто для мѣднаго купороса, не получаются въ качествѣ побочнаго продукта при добычѣ самаго металла.

Никкель.

Никкель встрѣчается въ природѣ въ видѣ сѣрнистыхъ и сурьмянистыхъ соединеній, продуктовъ вывѣтриванья этихъ послѣднихъ и въ видѣ разно-

образныхъ по составу силикатовъ. До послѣдняго времени главное значеніе для добычи никкеля имѣли двѣ первыя руды и лишь недавно съ открытіемъ мѣсторожденій никкелевыхъ рудъ въ Новой Каледоніи пріобрѣли большое значеніе кремнекислыя соли никкеля и, главнѣйше, гарніеритъ.

Способы извлеченія никкеля изъ названныхъ рудъ представляются по существу сходными со описанными выше способами извлеченія мѣди и желѣза изъ рудъ этихъ металловъ, а равно и съ описанной въ главѣ о хромѣ и вольфрамѣ — тигельной плавкой. Только нѣкоторые новѣйшіе способы обработки никкелевыхъ рудъ представляютъ иногда существенныя особенности, почему мы и опишемъ эти способы отдѣльно отъ остальныхъ, а при описаніи этихъ послѣднихъ будемъ ссылаться на соотвѣтствующіе способы обработки мѣдныхъ и желѣзныхъ рудъ.

Выборъ способа плавки зависитъ отъ присутствія или отсутствія въ данной рудѣ мѣди, почему представляется цѣлесообразнымъ разсмотрѣть отдѣльно обработку никкелевыхъ рудъ, содержащихъ и не содержащихъ мѣдь.

Обработка рудъ, не содержащихъ мѣди.

Сѣрнистыя руды.

Плавка основана на окисленіи и ошлакованіи содержащагося въ рудѣ желѣза. Полученный продуктъ, состоящій изъ сѣрнистой мѣди и никкеля, поступаетъ въ плавку на никкель, которая состоитъ изъ слѣдующихъ операцій:

Обжига рудъ въ кучахъ, печахъ Кильнсъ и отражательныхъ печахъ.

Плавки на роштейнъ съ содержаніемъ никкеля около 25%. Плавка ведется въ шахтныхъ печахъ со шпуровой задѣлкой.

Обжига полученнаго роштейна.

Сократительной плавки роштейна[1] въ шахтныхъ или отражительныхъ печахъ, или конверторахъ, причемъ продуктомъ плавки является штейнъ съ содержаніемъ никкеля около 75%.

Обжига штейна въ отражательныхъ печахъ.

Возстановительной плавки обожженнаго богатаго штейна въ тигляхъ или шахтныхъ печахъ.

Рафинированія чернаго никкеля сплавленіемъ въ тигляхъ или пудлинговыхъ печахъ съ марганцемъ и магнезіею.

Мышьяковистыя руды.

Способъ работы сходенъ съ обработкою сѣрнистыхъ рудъ и слагается изъ слѣдующихъ операцій:

Обжига въ стойлахъ съ улавливаніемъ выдѣляющейся при обжигѣ мышьяковистой кислоты.

Плавка шпейзы въ шахтныхъ печахъ.

Повторенія обжига и плавки для полученія болѣе богатой шпейзы.

Окислительной плавки въ отражательныхъ печахъ, причемъ окислы желѣза ошлаковываются кварцевой набойкой печи.

Окончательнаго обжига полученной богатой шпейзы съ прибавленіемъ въ случаѣ необходимости соды и селитры.

Возстановительной плавки и рафинированія полученнаго чернаго никкеля въ тигляхъ.

Силикаты никкеля.

Обогащеніе бѣдныхъ никкелемъ рудъ и плавка ихъ съ сѣрнымъ колче-

---

[1] Роштейномъ, сырымъ штейномъ называется въ данномъ случаѣ сплавъ сѣрнистыхъ соединеній никкеля, желѣза и др. металловъ.

даномъ остатками отъ содоваго производства, или же со смѣсью сульфата съ углемъ. Полученный штейнъ обрабатывается по предыдущему.

Кислородныя никкелевыя руды.

Мондъ предложилъ слѣдующій способъ обработки никкелевыхъ рудъ этого типа.

Руды подвергаютъ возстановительной плавкѣ, причемъ температуру держатъ настолько низкой, что металлъ получается твердымъ.

Далѣе надъ металломъ пропускаютъ окись углерода, причемъ получается летучее соединеніе состава $Ni(CO)_4$, которое разлагаютъ нагрѣваніемъ до 180^0.

Обработка мѣдь содержащихъ никкелевыхъ рудъ.

Если цѣлью плавки является полученіе никкелевой бронзы, то плавка производится крайне просто и состоитъ изъ слѣдующихъ операцій:

Изъ плавки рудъ на штейнъ съ содержаніемъ около 40% мѣди и никкеля.

Ряда обогатительныхъ плавокъ въ шахтныхъ или отражательныхъ печахъ или конверторахъ для полученія богатаго штейна съ содержаніемъ около 80% мѣди и никкеля.

Возстановленія полученнаго штейна, что производится подобно тому, какъ это было указано выше въ статьѣ о плавкѣ сѣрнистыхъ никкелевыхъ рудъ, не содержащихъ мѣди.

Полученіе чистаго никкеля представляется болѣе сложнымъ, такъ какъ отдѣленіе никкеля отъ мѣди является гораздо болѣе затруднительнымъ, нежели совмѣстная плавка обоихъ названныхъ металловъ.

Ниже мы опишемъ болѣе подробно способъ такъ называемой головной и подовой плавки, введенной Улькомъ на нѣкоторыхъ американскихъ заводахъ.

При этой плавкѣ полученный по предыдущему никкелевый штейнъ плавятъ въ купольныхъ печахъ съ присадкою сульфата, натрія и угля. При плавкѣ сульфатъ возстановляется и даетъ съ содержащимися въ рудѣ желѣзомъ и мѣдью сплавъ, который какъ болѣе легкій всплываетъ на поверхность ванны, а внизу остаются болѣе тяжелыя сѣрнистыя соединенія никкеля.

Смѣсь выливаютъ въ тигли и отбиваютъ верхнюю богатую мѣдью и желѣзомъ часть отъ нижней, богатой никкеломъ. Обѣ эти части обрабатываются отдѣльно подъ именемъ головной и подовой части.

Головная часть вывѣтривается на воздухѣ и сплавляется въ другой купольной печи съ прибавкою небольшого количества штейна и угля. Натрій отнимаетъ сѣру отъ никкеля и даетъ съ мѣдью и желѣзомъ штейна новую голову, которая всплываетъ на поверхность богатой никкелемъ подовой части. Эта плавка называется плавкою головной части.

Оставшаяся отъ первой и второй плавки подовая часть проплавляется еще разъ въ печи такого же устройства съ сульфатомъ натрія и углемъ.

Получившаяся отъ этой плавки болѣе богатая сѣрнистымъ никкелемъ нижняя часть проплавляется съ поваренной солью на поду отражательной печи. Продуктомъ этой плавки являются закись никкеля и хлористыя соединенія мѣди и содержавшихся въ шихтѣ благородныхъ металловъ. Продуктъ обжигаютъ и обрабатываютъ водою, отчего хлористыя, а частью и сѣрнокислыя соединенія мѣди, платины и палладія и серебра переходятъ въ растворъ, закись же никкеля остается въ остаткѣ отъ выщелачиванья. Растворъ хлористыхъ и сѣрнокислыхъ соединеній раньше осаждали желѣзомъ и получали цементную мѣдь, содержащую около 80% мѣди и около 80 и 40 унцій платины и палладія на 1 тонну цементной мѣди. Въ настоящее время

изъ раствора осаждаютъ предварительно благородные металлы, послѣ чего уже слѣдуетъ осажденіе мѣди желѣзомъ.

На рудникѣ Орфордъ близъ Констебль-Гоокъ въ штатѣ Нью-Джерсей выщелоченную окись никкеля возстановляютъ и изъ полученнаго чернаго никкеля готовятъ аноды для электролиза. Аноды эти имѣютъ слѣдующій составъ: 95—96% металлическаго никкеля, 0,2—0,6% мѣди, 0,75% желѣза, 0,25%—кремнія, 0,45% углерода, около 3% сѣры и, примѣрно, 40 унцій платины на 1 тонну продукта.

Аноды отправляются на заводъ Бальбахъ близъ Неварка, гдѣ производится электролизъ полученнаго чернаго никкеля.

Электролитомъ служитъ, по всей вѣроятности, растворъ ціанистыхъ соединеній никкеля, а продуктомъ электролиза служитъ чистый никкель, содержащій около 99,5—99,7% металлическаго никкеля, 0,1—0,2% мѣди, 0,03% мышьяка, 0,02% сѣры, 0,1% желѣза и слѣды платины. Остатки отъ анодовъ идутъ на новые аноды, а изъ получающагося съ нихъ шлама извлекаютъ металлическую платину.

Получающаяся при вышеописанныхъ плавкахъ верхняя, головная часть выщелачивается водою, отчего содержащійся въ ней сѣрнистый натрій переходитъ въ растворъ, сѣрнистыя же соединенія желѣза и мѣди остаются нерастворенными. Растворъ выпаривается и полученные сѣрнистый натрій, частью же сѣрнокислый натрій и сода прибавляются къ слѣдующимъ порціямъ штейна.

Полученный же при выщелачиваньи остатокъ, содержащій кромѣ сѣрнистой мѣди почти все количество серебра и золота, заключавшееся въ первоначально взятомъ продуктѣ, подвергается возстановительной плавкѣ на черную мѣдь. Изъ полученной черной мѣди готовятъ аноды, которые подвергаютъ электролизу способомъ, описаннымъ выше. При электролизѣ получаютъ чистую мѣдь и шламъ, который сплавляютъ со свинцомъ и извлекаютъ изъ полученнаго сплава содержащіеся въ немъ благородные металлы.

Въ настоящее время г. Гюбенеттомъ былъ взятъ патентъ на другой способъ обработки никкелевыхъ рудъ, плавкою съ марганцемъ. Полученный по вышеописанному богатый никкелемъ штейнъ сплавляютъ съ марганцемъ и отливаютъ въ тигли. При разбиваніи тиглей верхняя богатая мѣдью, желѣзомъ и марганцемъ часть слитка легко отдѣляется отъ нижней, состоящей, главнѣйше, изъ никкеля съ небольшимъ количествомъ желѣза и мѣди. Эту часть еще разъ сплавляютъ съ марганцемъ и получаютъ продуктъ, содержащій лишь очень небольшую примѣсь постороннихъ металловъ къ чистому сѣрнистому никкелю. Продуктъ этотъ перерабатывается на чистый никкель однимъ изъ вышеописанныхъ способовъ. За послѣднее время способъ Гюбенетта былъ испробованъ на нѣкоторыхъ заводахъ, причемъ на практикѣ оказались многія затрудненія для правильнаго хода процесса, которыя не были предусмотрѣны самимъ г. Гюбенеттомъ.

Обработка никкелевыхъ рудъ выщелачиваньемъ примѣнялась уже давно на нѣкоторыхъ заводахъ и состоитъ въ слѣдующемъ: Изъ бѣдныхъ никкелевыхъ рудъ получаются помощью многократныхъ обжиговъ и плавокъ богатый, или сокращенный штейнъ, или шпейза (сплавъ металловъ съ мышьякомъ), которые растворяютъ въ соляной кислотѣ. Растворъ обрабатываютъ сѣрнистымъ водородомъ, отчего садятся нерастворимыя въ кислотахъ сѣрнистыя соединенія мѣди, серебра, золота и др. металловъ. Остатокъ отфильтровываютъ, промываютъ водой, фильтратъ нейтрализуютъ и осаждаютъ сначала желѣзо хлорной известью, затѣмъ въ фильтратѣ кобальтъ — тѣмъ же реактивомъ и, наконецъ, въ новомъ фильтратѣ окись никкеля ѣдкой известью. Осадокъ окиси никкеля отфильтровываютъ, промываютъ и подвергаютъ возстановительной плавкѣ на металлическій никкель.

Въ новѣйшее время Борхерсъ предложилъ другой способъ обработки штейновъ, содержащихъ никкель и другіе металлы. Штейны обжигаютъ для перевода сѣрнистыхъ соединеній въ сѣрно-кислыя и выщелачиваютъ водою. Сѣрнокислыя соли мѣди, никкеля и желѣза переходятъ при этомъ въ растворъ, изъ котораго сначала осаждаютъ желѣзомъ цементную мѣдь. Слитый растворъ, содержащій, главнѣйше, никкель и желѣзо, обрабатывается точно вычисленнымъ по содержанію никкеля количествомъ сѣрнокислаго аммонія и выпаривается для выкристаллизированья трудно растворимой въ водѣ двойной соли никкеля и аммонія отъ сѣрной кислоты. Полученные кристаллы содержатъ лишь небольшое количество механически увлеченной сѣрнокислой соли желѣза. Кристаллы растворяютъ въ избыткѣ воды, осаждаютъ водную окись желѣза и изъ полученнаго раствора двойной аммоніево-никкелевой соли сѣрной кислоты осаждаютъ окись никкеля ѣдкимъ каліемъ, или металлическій никкель — электролизомъ.

Полученіе никкеля электролитическимъ путемъ. Какъ видно изъ вышеизложеннаго, электролизъ примѣняется:

1. Для рафинированія полученнаго плавкою чернаго никкеля.
2. Для обработки никкелеваго штейна.
3. Для электролиза различныхъ никкелевыхъ соединеній.

Электролизъ примѣняется въ обширныхъ размѣрахъ на заводѣ Бальбахъ для очищенія анодовъ изъ чернаго никкеля, получаемыхъ съ завода Орфордъ близъ Констебль Гоокъ въ штатѣ Нью-Джерсей. Согласно съ новѣйшими данными, полученными Классеномъ для анализа никкелевыхъ рудъ электролитическимъ путемъ и Улькомъ и Форстеромъ для заводской обработки никкелевыхъ рудъ при электролизѣ, должно быть обращено особое вниманіе на слѣдующія обстоятельства:

1. Необходимо заботиться о томъ, чтобы во взятыхъ для электролиза анодахъ изъ чернаго никкеля не содержалось слишкомъ большого количества желѣза, присутствіе котораго сильно затрудняетъ правильный ходъ электролиза.

Такъ на названномъ выше заводѣ Бальбахъ аноды для электролиза содержатъ:

Никкеля	95—96	%
Мѣди	0,2—0,6	„
Желѣза	0,75	„
Кремнія	0,25	„
Углерода	0,45	„
Сѣры	3	„

и изъ нихъ получается рафинированный никкель, содержащій: 99,5—99,7 % никкеля, 0,1—0,2 % мѣди, 0,1 % желѣза и около 0,02% сѣры.

Электролитомъ служатъ: сѣрнокислый никкель, двойная никкелево-амміачная соль отъ сѣрной кислоты, растворъ ціанистыхъ и хлористыхъ соединеній никкеля.

Напряженность тока не должна превосходить 50—250 амперовъ на кв. метръ площади электродовъ, а при ваннѣ изъ хлористыхъ соединеній никкеля величины 75—100 амперовъ.

Растворъ долженъ быть подогрѣтъ до температуры 50—90° и необходимо заботиться о циркуляціи раствора въ ваннѣ.

Если для электролиза мы будемъ брать нейтрализованный растворъ, то заключающіеся въ анодахъ: мѣдь, углеродъ, кремній и марганецъ почти вовсе не растворяются въ ваннѣ и не переходятъ на катодъ, желѣзо же и кобальтъ легко растворяются и садятся вмѣстѣ съ никкелемъ.

Для непосредственной обработки никкелевыхъ штейновъ г. Улькъ рекомендуетъ слѣдующій пріемъ.

Анодныя пластины готовятся изъ штейна, содержащаго въ большинствѣ случаевъ значительное количество мѣди. Электролитомъ служитъ растворъ сѣрнокислыхъ солей никкеля и мѣди, полученный выщелачиваньемъ обожженнаго предварительно штейна. Катодомъ служитъ мѣдь. При быстрой циркуляціи раствора и умѣренной силѣ тока на катодѣ садится только мѣдь, растворъ же обогащается никкелемъ. Изъ полученнаго раствора осаждаютъ содержащуюся въ немъ мѣдь сѣрнистымъ натріемъ или фильтрованіемъ черезъ слой никкелеваго штейна. Въ фильтратѣ осаждаютъ окись желѣза лучше всего свѣже осажденной окисью никкеля и изъ полученнаго новаго фильтрата или кристаллизуютъ никкелевый купоросъ, или осаждаютъ окись никкеля, или, наконецъ, получаютъ металлическій никкель электролизомъ.

* * *

Никкель (Ni — атомный вѣсъ 58,88 уд. в. 9) представляетъ собою серебристо-бѣлый сильно блестящій металлъ, отличающійся большой ковкостью и вязкостью. Подобно желѣзу никкель легко проковывается и прокатывается въ тонкіе листы и тонкую проволоку. По своимъ магнитнымъ и электрическимъ свойствамъ никкель также вполнѣ аналогиченъ желѣзу. Температура плавленія никкеля — около 1400^{0}. Расплавленный металлъ легко образуетъ сплавы съ другими металлами, изъ которыхъ заслуживаютъ вниманія по обширности своего примѣненія монетный металлъ (сплавъ никкеля мѣди и цинка) и никкелевая сталь.

Подобно мѣди и желѣзу никкель растворяетъ нѣкоторыя изъ своихъ соединеній, напримѣръ, закись никкеля. Какъ при обыкновенной, такъ и при высокой, сравнительно, температурѣ никкель плохо соединяется съ кислородомъ, почему при проковкѣ и прокаткѣ этого металла получается гораздо меньше окалины, чѣмъ при проковкѣ и прокаткѣ желѣза. Съ другими металлоидами никкель соединяется довольно легко и изъ этихъ соединеній особаго вниманія заслуживаютъ сѣрнистыя соединенія никкеля, играющія большую роль въ полученіи этого металла. Важнѣйшія соединенія никкеля отвѣчаютъ закиси этого металла. Соединенія окиси крайне непостоянны и легко возстановляются въ соотвѣтствующія соединенія закиси.

Примѣненіе никкеля крайне разнообразно. Такъ изъ чистаго металла въ настоящее время готовятъ различные предметы домашней утвари. Пользуясь гальванопластикою, покрываютъ слоемъ металлическаго никкеля желѣзные листы, трубы и различную желѣзную посуду, а равно и многія украшенія, приготовленныя изъ другихъ менѣе цѣнныхъ металловъ и сплавовъ.

Изъ сплавовъ никкеля пользуются обширнымъ примѣненіемъ упомянутые выше монетный металлъ для чеканки мелкой монеты, новое серебро и аргентанъ для приготовленія различныхъ предметовъ домашняго обихода и украшенія и никкелевая сталь, изъ которой готовится обшивка современныхъ большихъ кораблей.

Ртуть.

Самостоятельною ртутною рудою служитъ обыкновенно киноварь — по составу сѣрнистая ртуть и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ другія соединенія этого металла.

Процессъ извлеченія ртути изъ киновари сводится, главнѣйше, къ возгонкѣ металлической ртути и къ улавливанью паровъ этого металла, которое представляется несравненно болѣе сложнымъ, чѣмъ разложеніе киновари.

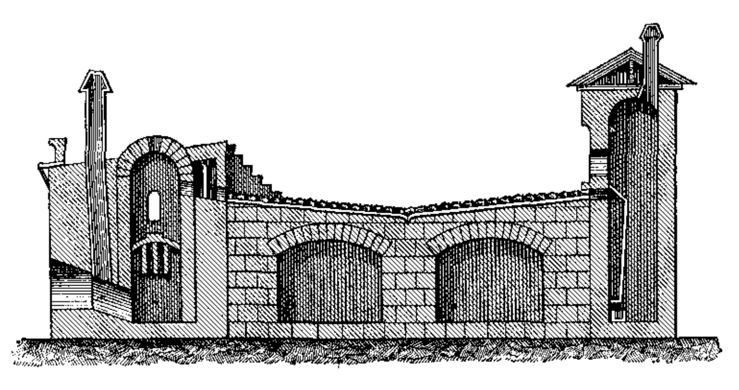
Добыча ртути.

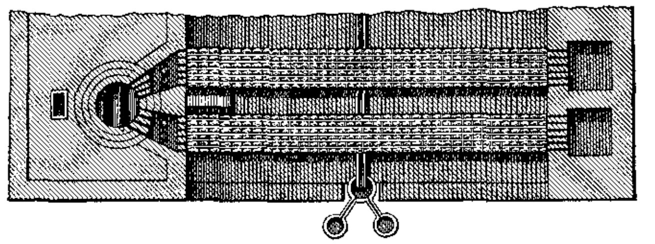
Окислительный обжигъ. При окислительномъ обжигѣ киновари мы сразу получаемъ сѣрнистый газъ и металлическую ртуть. Окись ртути

образоваться не можетъ, такъ какъ температура ея диссоціаціи значительно *ниже температуры обжига киновари.*

Обжигъ производится въ отражательныхъ печахъ съ глубокой шахтой, при конструкціи которыхъ надо обращать главное вниманіе на возможно полную конденсацію паровъ ртути, такъ какъ, помимо нежелательной потери металла въ видѣ паровъ ртути, послѣднія крайне вредно дѣйствуютъ на здоровье рабочихъ. Одна изъ старинныхъ конструкцій печей для полученія ртути представлена на фиг. 563 и 564.

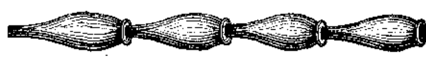
Шахта печи имѣетъ около 1,25—2 метр. въ діаметрѣ и около 6—8 метр. *высоты и раздѣлена каменною перегородкою на двѣ части.* Въ верхнюю заваливается подлежащая обжигу руда, нижняя служитъ топкой. Верхняя часть снабжена завалочнымъ, рабочимъ отверстіемъ и отверстіями для выхода продуктовъ обжига. Черезъ эти отверстія сѣрнистый газъ и пары ртути поступаютъ въ рядъ глиняныхъ конденсаціонныхъ сосудовъ, имѣющихъ форму четокъ (фиг. 565), отчего и самая печь получила названіе четочной печи. Число рядовъ сосудовъ доходитъ до 12, причемъ въ каждомъ изъ нихъ имѣется до 40 отдѣльныхъ сосудовъ, вставленныхъ другъ въ друга, какъ это показано на фиг. 565. Сосуды каждаго ряда расположены въ видѣ буквы V и въ нижнихъ сосудахъ устроены отверстія, по которымъ жидкая ртуть стекаетъ въ желобъ и по желобу въ особые пріемники. Изъ сосудовъ газы поступаютъ въ конденсаціонную башню, гдѣ они перегородкой сначала направляются *внизъ*, затѣмъ поднимаются и уходятъ въ трубу. Сгустившаяся ртуть вытекаетъ изъ башни по особому желобу.





563 и 564. Печь для полученія ртути.

Печи описаннаго устройства примѣняются, главнѣйше, въ Альмаденѣ, въ Испаніи.



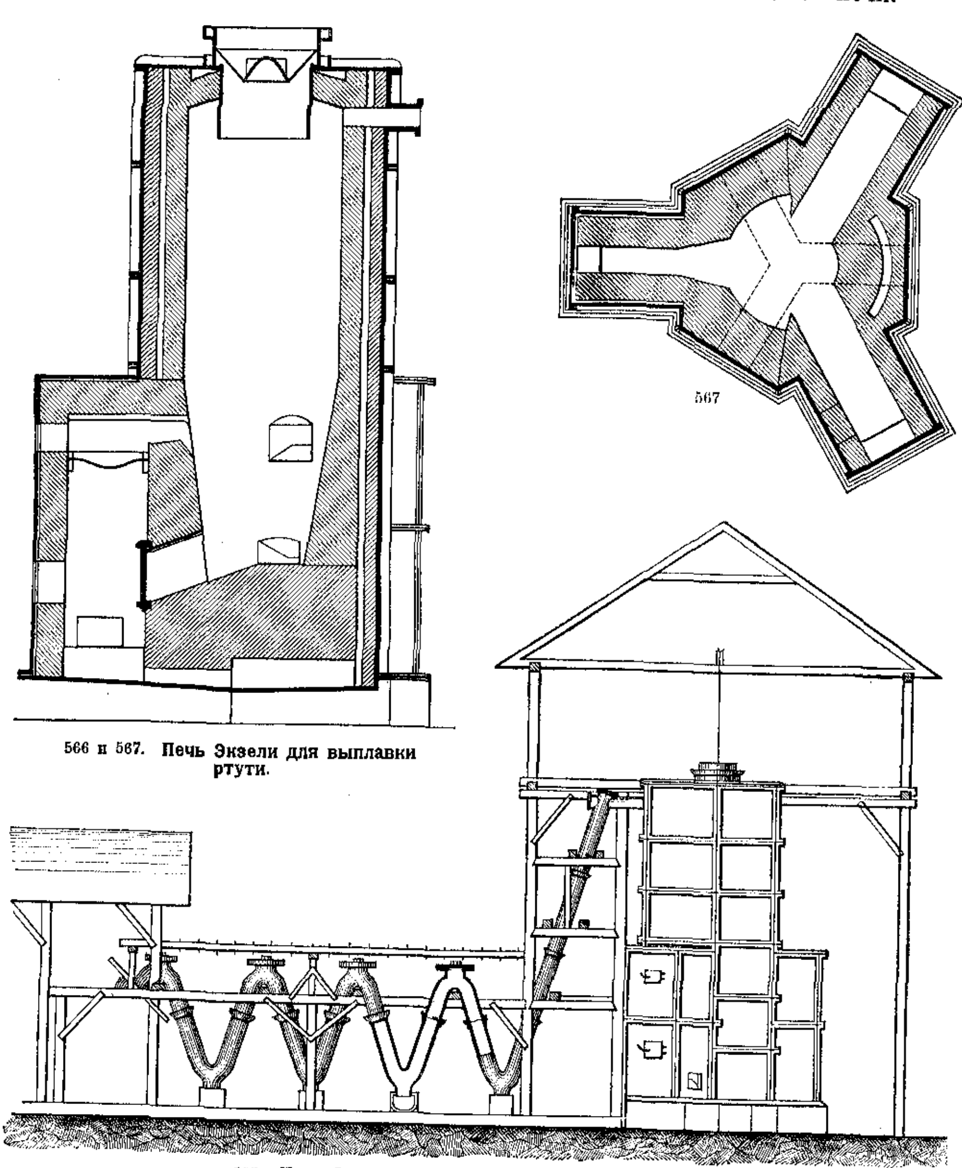
565. Пріемники для собиранія ртути.

Въ Крайнѣ примѣняются печи болѣе новой конструкціи, при устройствѣ которыхъ обращается особенное вниманіе на тщательную задѣлку всѣхъ отверстій печи.

Одна изъ такихъ печей, печь Экзели, представлена на прилагаемой фиг. 566—568. Устройство печи, а равно и конденсаціоннаго прибора, состоящаго изъ ряда V-образныхъ трубокъ, понятно изъ чертежей 566, 567 и 568, почему мы его описывать не будемъ.

Въ печахъ описаннаго устройства удобно обжигается только крупная

руда и брикеты изъ рудной мелочи. Для непосредственнаго обжига мелкозернистыхъ рудъ примѣняются описанныя выше печи Герстенгофера и другія печи, примѣняемыя для обжига колчедановъ. Наконецъ, для обжига мелкихъ легко спекающихся рудъ примѣняются отражательныя двухэтажныя печи съ перегребанiемъ обжигаемой руды отъ дымового канала къ топкѣ печи.



566 и 567. **Печь Экзели для выплавки ртути.**

568. **Печь Экзели съ колѣнчатымъ конденсаторомъ.**

Въ мѣстахъ, гдѣ горючее дешево, обжигъ ведутъ въ простыхъ шахтныхъ печахъ, куда руда и горючее заваливаются перемежающимися слоями.

Возгонка руды съ примѣсями, отнимающими сѣру, ведется въ тѣхъ только случаяхъ, когда рѣчь идетъ объ обработкѣ богатыхъ ртутью рудъ въ небольшомъ, сравнительно, количествѣ. Веществами, отнимающими сѣру, служатъ: известь и желѣзныя опилки. Вещества эти тщательно пере-

мѣшиваются съ рудою и обжигаются въ ретортахъ. Здѣсь слѣдовательно затрачивается больше горючаго и требуется большая затрата на рабочія руки и на устройство и ремонтъ приборовъ, почему такая плавка является выгодною только для богатыхъ рудъ.

Обработка сгустившейся ртути. Собравшуюся въ пріемникахъ жидкую ртуть продавливаютъ сквозь кожаные мѣшки и пускаютъ въ продажу въ желѣзныхъ бутыляхъ, вмѣщающихъ около 34 килогр. ртути.

Часть ртути, въ видѣ небольшихъ шариковъ, покрытыхъ коркою обуглившагося горючаго, соединеній ртути и другихъ летучихъ продуктовъ, получающихся при обжигѣ руды, не смѣшивается съ главною массою ртути и остается въ видѣ налета на стѣнкахъ конденсаціонныхъ сосудовъ. Этотъ налетъ время отъ времени собирается со стѣнокъ и обжигается вмѣстѣ съ рудою.

Электролизъ ртути изъ раствора солей этого металла пользуется малымъ распространеніемъ даже при лабораторныхъ изслѣдованіяхъ ртутныхъ рудъ. Для электролиза обрабатываютъ киноварь растворомъ сѣрнистаго натрія съ примѣсью ѣдкаго натра. Киноварь легко растворяется въ этомъ реактивѣ и изъ полученнаго раствора можно осадить ртуть электролизомъ.

* *
*

Ртуть (Hg, атомный вѣсъ 200; уд. вѣсъ 13,5) представляетъ собою при обыкновенной температурѣ жидкій металлъ синевато-бѣлаго цвѣта. При — 39,4^0 ртуть замерзаетъ а при 360^0 кипитъ. Жидкая ртуть легко растворяетъ большинство металловъ, съ образованіемъ соотвѣтствующихъ амальгамъ (амальгама золота, серебра, свинца, висмута, олова, цинка, кадмія, щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ и др.).

Чистая ртуть при обыкновенной температурѣ не соединяется съ кислородомъ. Нагрѣтая до 300^0 она окисляется и даетъ красную окись ртути. Озонъ и галлоиды дѣйствуютъ на ртуть уже при обыкновенной температурѣ. Сѣрная кислота и царская водка растворяютъ ртуть.

Ртуть даетъ два типа соединеній, отвѣчающихъ закиси и окиси ртути типа Hg_2O и HgO. Сѣрнистая ртуть, растворяясь въ сѣрнистыхъ щелочахъ, даетъ соли, въ которыхъ ртуть содержится въ кислотномъ радикалѣ.

Примѣненіе ртути. Ртуть находитъ себѣ обширное примѣненіе для приготовленія термометровъ, барометровъ и другихъ физическихъ приборовъ. Способностью ртути растворять металлы пользуются при добычѣ золота и серебра, при полученіи калія и натрія электролизомъ. Амальгамами различныхъ металловъ пользуются и во многихъ другихъ химическихъ операціяхъ. Ртуть прибавляютъ въ сплавы для вкладышей подшипниковъ и другихъ частей, подвергающихся сильному истиранію. Амальгама или ртуть служитъ для натиранія зеркалъ, для приготовленія зубныхъ пломбъ и для многихъ другихъ цѣлей. Наконецъ, ртуть примѣняется для приготовленія различныхъ ртутныхъ препаратовъ, важныхъ для техническихъ и другихъ цѣлей. Такъ искусственная киноварь и окись ртути являются хорошими красками. Полухлористая ртуть (сулема) примѣняется въ медицинѣ, какъ дезинфекціонное средство. Гремучая ртуть кладется въ патроны пальники для динамита.

Цинкъ.

Важнѣйшими цинковыми рудами служатъ: цинковая обманка — по составу сѣрнистый цинкъ (ZnS), галмей или цинковый шпатъ $ZnCO_3$, цинковые цвѣты — основная углекислая соль цинка, сѣрнокислый цинкъ, водный кремнекислый цинкъ (кремнекислая цинковая руда — $Zn_2SiO_4H_2O$) и вилимитъ — безводный кремнекислый цинкъ Zn_2SiO_4. Чистая окись цинка —

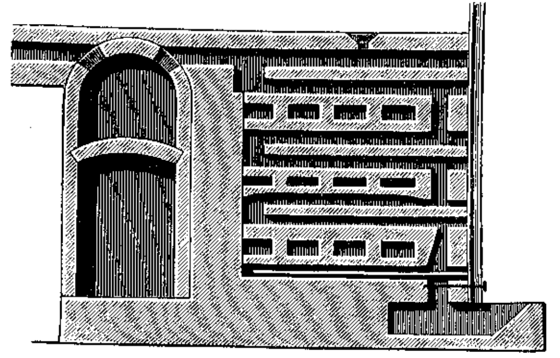
красная цинковая руда (Zn O) рѣдко встрѣчается въ природѣ и гораздо большимъ сравнительно съ нею распространеніемъ пользуется франклинитъ, по составу аллюминатъ цинка, марганца и желѣза (Zn, Fe, Mn) O Al_2 O_3.

Изъ заводскихъ продуктовъ матеріаломъ для выплавки цинка служатъ цинковая пыль, печной галмей (цинковыя настыли, образующіяся въ шахтныхъ печахъ при плавкѣ рудъ другихъ металловъ, содержащихъ цинкъ), печныя выломки и сплавы цинка съ серебромъ, образующіеся при плавкѣ свинцово-серебряныхъ рудъ.

Такъ какъ цинкъ при температурѣ возстановленія его окиси летучъ, то при возстановленіи окисловъ металлическій цинкъ возгоняется и собирается въ ловушкахъ подобно ртути.

Полученіе цинка изъ его рудъ; возстановительный обжигъ рудъ.

Цинковая обманка и галмей подвергаются сначала обжигу для полученія окиси цинка. Окись цинка можетъ быть возстановлена углемъ въ металлическій цинкъ, но такое возстановленіе представляется неудобнымъ, да въ немъ нѣтъ и необходимости, такъ какъ окись цинка легко разлагается и даетъ металлическій цинкъ, пары котораго собираются въ особыхъ камерахъ. При обжигѣ цинковыхъ рудъ не слѣдуетъ брать слишкомъ много галмея, такъ какъ получающаяся при этомъ углекислота легко окисляетъ соприкасающіеся съ нею пары металлическаго цинка въ окись этого металла.



569. Печь Либиха для полученія цинка.

Галмей поэтому переводятъ сначала въ окись цинка, что производится очень легко обжигомъ въ кучахъ, стойлахъ, шахтныхъ и отражательныхъ печахъ.

Обжигъ цинковой обманки производится въ печахъ, по своему устройству сходныхъ съ описанными выше печами для обжига колчедановъ. Вся разница заключается лишь въ томъ, что обжигъ производится за счетъ теплоты, доставляемой извнѣ. Теплоты, получающейся отъ сгоранія сѣры руды въ сѣрнистый ангидридъ, недостаточно для полнаго разложенія всей заключающейся въ рудѣ цинковой обманки. Такое же полное разложеніе безусловно необходимо для послѣдующаго разложенія окиси цинка, такъ какъ остатки сѣрнистаго цинка разлагаются съ большимъ трудомъ и кромѣ того съ сѣрнистыми соединеніями другихъ металловъ даютъ трудноплавкій штейнъ, образующій настыли въ ретортахъ, въ которыхъ ведется разложеніе окиси цинка.

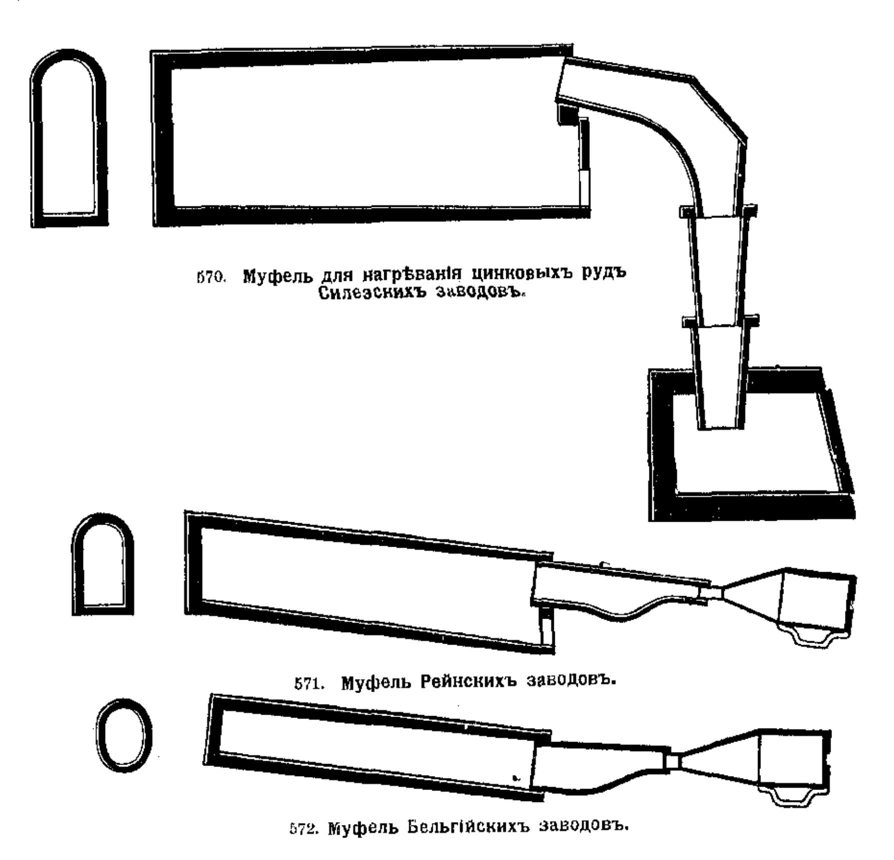
На прилагаемой фиг. 569 изображена одна изъ старѣйшихъ печей для обжига цинковой обманки — печь системы Либиха. Какъ видно изъ чертежа, печь эта по своему устройству напоминаетъ печь Малетра для обжига мелкозернистыхъ колчедановъ, отличаясь отъ нея, главнѣйше, тѣмъ, что нѣкоторыя изъ полокъ, на которыхъ лежитъ обжигаемая руда, подогрѣваются газами, проведенными по сдѣланнымъ въ полкахъ каналамъ отъ находящейся сбоку печи топки къ дымовой трубѣ. Въ новѣйшихъ печахъ системы Либиха каналы эти сосредоточены въ нижнихъ полкахъ печи.

Весьма пригодными для обжига цинковой обманки оказались печи Газенклевера. Руда находится въ трехъ муфеляхъ, расположенныхъ одинъ ниже

другого и соединенныхъ другъ съ другомъ трубами. Свѣжая руда поступаетъ въ приподнятый конецъ верхняго муфеля, перегребается по нему и поступаетъ во второй муфель, далѣе въ третій и выходитъ обожженною изъ опущеннаго конца нижняго муфеля.

Муфеля окружены газовыми каналами. Газы изъ топки, расположенной внизу, поступаютъ въ каналъ вокругъ нижняго муфеля, оттуда въ каналъ вокругъ второго, третьяго и отсюда въ дымовой ходъ къ вытяжной трубѣ, двигаясь, такимъ образомъ, обратно движенію руды въ муфеляхъ.

Съ химической точки зрѣнія существуетъ только одинъ способъ полученія цинка изъ его рудъ сухимъ путемъ. На практикѣ различаютъ, правда,



570. Муфель для нагрѣванія цинковыхъ рудъ Силезскихъ заводовъ.

571. Муфель Рейнскихъ заводовъ.

572. Муфель Бельгійскихъ заводовъ.

силезскій, бельгійскій, рейнскій и англійскій способы, но по существу всѣ эти способы одинаковы и отличаются другъ отъ друга только устройствомъ приборовъ, въ которыхъ ведется плавка. Отличія же эти обусловливались раньше свойствами находящагося въ распоряженіи горючаго и главнѣйше его теплопроизводительностью и способностью давать пламя большей или меньшей длины. Въ послѣднее время указанная плавка ведется почти исключительно въ печахъ регенеративной системы, отапливаемыхъ газомъ, почему исчезли всякія основанія для различія въ устройствѣ приборовъ, въ которыхъ ведется плавка и, слѣдовательно, для различія указанныхъ видоизмѣненій данной плавки.

Раньше, когда эти основанія были въ силѣ, въ Силезіи былъ выработанъ способъ плавки окиси цинка въ большихъ сосудахъ (ретортахъ), расположенныхъ въ одинъ рядъ близъ пода нагрѣвательной камеры печи; въ Бель-

гіи, наоборотъ, вели плавку въ малыхъ трубкахъ, расположенныхъ въ нѣсколько рядовъ другъ надъ другомъ.

На рейнскихъ заводахъ плавку вели въ нѣсколькихъ большихъ сосудахъ, расположенныхъ въ два, три ряда другъ надъ другомъ, комбинируя такимъ образомъ два первые способа и, наконецъ, на англійскихъ заводахъ вели плавку въ тигляхъ — способъ, нынѣ оставленный даже и въ Англіи.

Бельгійскія трубки, въ которыхъ велась плавка, дѣлались овальнаго или круглаго поперечнаго сѣченія и имѣли размѣры — въ первомъ случаѣ: около 200—225 мм., по длинной, около 150—180 мм. по короткой оси сѣченія и около 1500 мм. длины; діаметръ круглыхъ трубокъ дѣлался равнымъ 150—250 мм., при 1000—1300 мм. длины. Толщина стѣнокъ доходитъ до 20—25 мм. Трубки располагались нѣсколькими горизонтальными (до 8) рядами по 6 или 9 трубокъ въ каждомъ. Задніе закрытые концы трубокъ были задѣланы въ стѣну, передніе открытые концы лежали на выступахъ общей для всѣхъ трубокъ нагрѣвательной камеры.

Въ Силезіи и Рейнской провинціи руда проплавлялась въ муфеляхъ, форма поперечнаго сѣченія которыхъ представляетъ собою полуовалъ отъ 500 до 650 мм. высотою и около 150—250 мм. шириною. Толщина стѣнокъ принята равною 25 мм., толщина пода отъ 20 до 65 мм. въ зависимости отъ длины муфеля и расположенія его въ печи. Въ муфеляхъ короткихъ, поставленныхъ на подъ печи, дно муфеля дѣлается тоньше, въ длинныхъ же муфеляхъ, укрѣпленныхъ только своими концами — толще. Длина муфелей дѣлается различною и колеблется въ предѣлахъ отъ 750 до 2150 мм.

Открытый конецъ большихъ муфелей закрывается (см. фиг. 570—71) крышкой, въ которой сдѣланы два отверстія: для выгреба остатковъ отъ обжига и для вставки трубокъ, соединяющихъ муфель съ холодильникомъ. Холодильники имѣютъ видъ ящиковъ, одна сторона которыхъ срѣзана наискось, или четырехгранныхъ бутылей, одинъ конецъ которыхъ оттянутъ въ круглое горлышко (фиг. 571 и 572). Между холодильниками и муфелями помѣщаются трубки изъ листового желѣза въ срединѣ, слегка раздутыя. Въ этихъ трубкахъ собирается выдѣляющаяся въ началѣ обжига мелкая пыль, состоящая изъ кусочковъ металлическаго цинка въ смѣси съ неразложившеюся еще окисью этого металла. Помѣщенія для холодильниковъ имѣютъ обыкновенно видъ нишъ въ передней стѣнкѣ печи. Въ каждой нишѣ находятся два холодильника одного и того же горизонтальнаго ряда.

Въ муфеля вмѣстѣ съ рудою заваливается уголь для возстановленія содержащейся въ рудѣ окиси цинка, причемъ уголь возстановляетъ не только чистую окись цинка, но также и неизмѣняющуюся при обжигѣ кремнекислую соль этого металла. Прибавлять флюсовъ для ошлакованія содержащихся въ рудѣ постороннихъ примѣсей не слѣдуетъ, такъ какъ получающійся легкоплавкій шлакъ сильно разъѣдаетъ стѣнки муфеля. Исходя изъ тѣхъ же соображеній, въ шихту вводятся такіе сорта руды и въ такихъ отношеніяхъ другъ къ другу, чтобы получался трудноплавкій, сильно основной или кислотный шлакъ, причемъ въ числѣ основаній не должно заключаться свинца, желѣза или марганца; если же они содержатся въ рудѣ, то слѣдуетъ по возможности уменьшить содержаніе ихъ въ шихтѣ прибавленіемъ рудъ, бѣдныхъ названными соединеніями.

Если, несмотря на всѣ указанныя предосторожности при плавкѣ, все-таки получаются жидкіе шлаки, то въ реторту забрасываютъ больше угля, который впитываетъ въ себя шлаки.

Шихта заваливается въ реторту черезъ выгребное отверстіе, для чего въ бельгійскихъ ретортахъ приходится отнимать холодильники. Завалка дѣлается въ большіе муфеля разъ въ 24-часовую смѣну, а въ малые бельгійскіе муфеля черезъ меньшіе промежутки времени — отъ 12 до 24 часовъ.

что зависитъ отъ большой или меньшей возстановляемости руды и отъ положенія муфеля въ нагрѣвательной камерѣ печи.

Въ теченіе первыхъ двухъ-трехъ часовъ изъ ретортъ выдѣляется углекислота, окисляющая содержащіеся въ шихтѣ кусочки цинка въ окись этого металла. Эти кусочки собираются въ желѣзныхъ трубкахъ передъ холодильниками и даютъ цинковую пыль. Дальше слѣдуетъ выдѣленіе металлическаго цинка, который охлаждается и въ холодильникахъ силезскихъ вынимается въ видѣ твердаго слитка металла, а въ бельгійскихъ вычерпывается черезъ горло холодильника.

Весь процессъ возгонки цинка продолжается отъ 12 до 20 часовъ.

Какъ уже сказано выше, плавка цинковыхъ рудъ производится въ регенеративныхъ печахъ, отапливаемыхъ газомъ.

Полученный въ пріемникахъ цинкъ вычерпываютъ ложками и льютъ на металлическія плиты, на которыхъ онъ застываетъ. Нѣкоторыя руды даютъ при этомъ настолько чистый цинкъ, что онъ годится для многихъ цѣлей, не нуждаясь въ предварительномъ рафинированіи.

Нечистый цинкъ, содержащій много свинца, рафинируется зейгерованіемъ въ обыкновенныхъ отражательныхъ печахъ съ глубокимъ подомъ, слегка наклоннымъ отъ пламеннаго порога къ борову печи. Расплавленная въ этой печи насадка нечистаго цинка легко раздѣляется на двѣ части: нижнюю, состоящую изъ цинка, содержащаго большое количество различныхъ примѣсей и, главнѣйше, свинца и желѣза, и верхнюю, состоящую изъ чистаго почти цинка. Чистый цинкъ снимается ложками и отливается въ пластины, размѣры которыхъ отвѣчаютъ требуемымъ размѣрамъ прокатанныхъ листовъ цинка.

Особыя печи для вытапливанія цинка изъ цинковой пыли въ настоящее время пользуются ограниченнымъ распространеніемъ на цинковыхъ заводахъ, такъ какъ при надлежащемъ устройствѣ печей для выплавки цинка изъ рудъ и надлежащемъ веденіи плавки получается очень немного цинковой пыли, которую можно утилизировать для плавки въ тѣхъ же печахъ. Раньше цинковой пыли получалось гораздо больше и для обработки ея устраивались особыя печи съ большими ретортами, снабженными поршнями.

Получаемый на серебро-свинцовыхъ заводахъ при обработкѣ веркблея цинкомъ сплавъ серебра, свинца и цинка подвергается возгонкѣ въ особыхъ глиняныхъ ретортахъ съ угольной набойкой, или въ цилиндрическихъ трубкахъ, или, наконецъ, въ графитовыхъ тигляхъ, снабженныхъ графитовыми же крышками, которыя тщательно обмазываются глиной.

Реторты, трубки и тигли нагрѣваются въ отражательныхъ печахъ. Пары цинка отводятся по трубкамъ въ пріемники, имѣющіе форму ящиковъ или бутылей.

Электролизъ цинка. Въ различное время было предложено множество способовъ полученія цинка электролизомъ изъ рудъ, а въ Дюисбургѣ и Фюрфуртѣ были поставлены въ большомъ масштабѣ опыты полученія цинка электролизомъ. Несмотря на хорошіе результаты этихъ опытовъ, мы не имѣемъ еще примѣра долговременнаго и успѣшнаго примѣненія электролиза къ обработкѣ цинковыхъ рудъ, почему вопросъ объ удобопримѣнимости этого способа надо признать вопросомъ открытымъ.

Всѣ произведенные до сихъ поръ опыты даютъ поводы надѣяться, что электролизъ можетъ быть съ успѣхомъ примѣненъ для обработки убогихъ цинкомъ рудъ и заводскихъ продуктовъ. Къ сожалѣнію, до сихъ поръ всѣ старанія изслѣдователей были направлены къ изученію условій, благопріятныхъ для осажденія цинка на катодѣ, и мало интересовались получающимся анoднымъ шламомъ, въ которомъ иногда содержатся продукты болѣе цѣнные, чѣмъ самъ цинкъ.

Интересными въ этомъ отношеніи являются сообщенныя г. Насse въ „Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Königreiche Preussen" данныя объ установленномъ на одномъ заводѣ электролизѣ богатыхъ серебромъ цинковыхъ сплавовъ. Результаты оказываются вполнѣ удовлетворительными. Для электролиза брались аноды изъ сплава, содержащаго около 81% цинка и 6—11% серебра. Электролитомъ служилъ растворъ цинковаго купороса. Напряженіе тока доходило до 80—90 амперовъ на 1 кв. метръ, а электровозбудительная сила до 1,25—1,45 вольтъ.

* * *

Цинкъ (Zn, атомный вѣсъ 65, удѣльн. вѣсъ 6,5—7,2) представляетъ собою голубовато-бѣлый блестящій металлъ кристаллическаго строенія (кристаллы гексагональной системы), хрупкій при обыкновенной температурѣ, тягучій и ковкій при температурѣ около 100—150° и снова хрупкій при температурѣ, близкой къ 200°. Цинкъ плавится при 415 и кипитъ при 930—950°. Электропроводность цинка составляетъ всего 0,27 электропроводности серебра. Расплавленный цинкъ растворяетъ почти всѣ металлы и самъ растворяется въ нихъ, причемъ со многими изъ нихъ даетъ сплавы крайне разнообразнаго состава. Свинецъ растворяетъ лишь крайне ограниченное количество (всего около 1,5%) цинка и самъ растворяется лишь въ небольшомъ количествѣ въ этомъ металлѣ.

Кислородъ и другія составныя части воздуха при обыкновенной температурѣ почти не дѣйствуютъ на цинкъ; металлъ съ поверхности покрывается пленкой основной углекислой соли цинка, которая плотно облекаетъ поверхность металла и предохраняетъ его отъ дальнѣйшаго окисленія. Пары цинка горятъ на воздухѣ и въ углекислотѣ съ образованіемъ окиси этого металла, причемъ углекислота превращается въ окись углерода. Вода при обыкновенной температурѣ также не дѣйствуетъ на цинкъ и напротивъ легко окисляетъ его при температурѣ краснаго каленія съ выдѣленіемъ водорода.

Въ хлорѣ цинкъ горитъ съ образованіемъ хлористаго цинка; съ сѣрою онъ соединяется трудно, напротивъ съ фосфоромъ легко даетъ фосфористый цинкъ, если только мы будемъ бросать кусочки фосфора въ расплавленный металлъ.

Цинкъ легко растворяется въ разбавленныхъ кислотахъ съ выдѣленіемъ водорода, причемъ раствореніе это идетъ тѣмъ труднѣе, чѣмъ чище взятые кусочки цинка. Въ ѣдкихъ щелочахъ цинкъ также растворяется съ выдѣленіемъ водорода.

Далѣе цинкъ *вытѣсняетъ почти всѣ тяжелые металлы изъ ихъ солей*, что объясняется хорошо выраженнымъ электроположительнымъ характеромъ цинка, благодаря которому цинковыя пластины служатъ анодомъ во многихъ гальваническихъ элементахъ.

Съ кислотами цинкъ образуетъ соли, отвѣчающія окиси цинка. По отношенію къ ѣдкимъ щелочамъ окись цинка играетъ роль кислотнаго ангидрида, образуя щелочныя соли цинковой кислоты состава $H_2\ ZnO_2$.

Примѣненіе цинка. Получаемыя съ заводовъ пластины цинка и цинковая пыль находятъ себѣ обширное примѣненіе при обработкѣ серебро-содержащаго веркблея, въ химической промышленности, какъ хорошее возстановляющее средство, для отливки различныхъ украшеній и орнаментовъ, для приготовленія анодовъ въ гальваническихъ элементахъ, для приготовленія сплавовъ и для другихъ цѣлей. Далѣе цинкомъ покрывается желѣзо для предохраненія отъ ржавчины (гальванизированное желѣзо), цинковыми листами покрываются крыши домовъ, изъ цинка готовится различная домашняя посуда, части построекъ, пластины печатныхъ станковъ, для фотоцинкографіи и т. п.

Пользующіяся примѣненіемъ въ техникѣ соединенія цинка получаются въ большинствѣ случаевъ прямо изъ рудъ и лишь иногда готовятъ цинковыя бѣлила изъ металлическаго цинка.

Кадмій.

Кадмій встрѣчается въ природѣ, почти исключительно, какъ спутникъ цинковыхъ рудъ. Особенно богаты имъ мѣсторожденія цинковыхъ рудъ Верхней Силезіи, гдѣ кадмій встрѣчается въ видѣ сѣрнистаго и углекислаго соединеній. Самостоятельно сѣрнистый кадмій встрѣчается лишь крайне рѣдко, почему онъ нигдѣ не получается какъ самостоятельный продуктъ и добывается всегда попутно, какъ одинъ изъ побочныхъ продуктовъ при обработкѣ цинковыхъ рудъ.

При возстановленіи цинковыхъ рудъ возстановляется и кадмій и, какъ металлъ болѣе летучій, нежели цинкъ, испаряется первымъ и собирается въ первыхъ порціяхъ возгонки, главнѣйше въ желѣзныхъ трубкахъ передъ пріемниками. Собранную въ этихъ трубкахъ цинковую пыль, окрашенную окисью кадмія въ буроватый цвѣтъ, подвергаютъ многократной возгонкѣ, собирая каждый разъ первыя порціи продукта въ особые пріемники. Продуктъ все болѣе и болѣе обогащается кадміемъ за счетъ уменьшенія содержанія цинка въ немъ и когда это содержаніе сдѣлается ничтожнымъ, полученный достаточно чистый кадмій отливаютъ въ бруски и пускаютъ въ продажу. Приборы, въ которыхъ производятся всѣ вышеописанныя операціи, по своему устройству сходны съ приборами для плавки цинковыхъ рудъ и отличаются отъ нихъ только тѣмъ, что реторты и пріемники дѣлаются здѣсь чугунными и меньшихъ размѣровъ. Глиняные сосуды не пригодны для этой операціи, такъ какъ летучіе пары кадмія легко проникаютъ черезъ мельчайшія поры глины.

* *
*

Кадмій (Cd, атомный вѣсъ 112, уд. в. 8,6—8,7) представляетъ собою серебристо-бѣлый сильно блестящій металлъ ясно кристаллическаго сложенія съ кристаллами правильной системы. Кадмій плавится при 320 и кипитъ при 800^0.

Расплавленный кадмій хорошо растворяетъ большинство другихъ металловъ, давая съ ними сплавы. Изъ этихъ послѣднихъ сплавы кадмія съ висмутомъ, свинцомъ и оловомъ (металлъ Воода, Розе и др.) пользуются обширнымъ примѣненіемъ въ техникѣ, благодаря своей легкоплавкости.

При обыкновенной температурѣ кадмій хорошо сопротивляется дѣйствію воздуха. Нагрѣтый онъ сгораетъ легче цинка, съ которымъ кадмій имѣетъ много общаго по химическимъ своимъ свойствамъ. Въ обыкновенныхъ кислотахъ кадмій легко растворяется съ выдѣленіемъ водорода и образованіемъ солей, хорошо растворимыхъ въ водѣ. Всѣ эти соли соотвѣтствуютъ окиси кадмія, состава $Cd\,O$. Соотвѣтствующій окиси гидратъ состава $Cd\,(OH)_2$ или $H_2\,Cd\,O_2$ съ сильными щелочами образуетъ соли, въ которыхъ окись кадмія играетъ роль ангидрида.

Кадмій примѣняется для полученія легкоплавкихъ сплавовъ, а также для приготовленія нѣкоторыхъ его соединеній, имѣющихъ значеніе въ техникѣ. Изъ такихъ соединеній назовемъ галлоидныя соли кадмія, примѣняемыя въ фотографіи и сѣрнистый кадмій, находящій себѣ примѣненіе, какъ хорошая желтая краска.

Аллюминій.

Аллюминій встрѣчается въ природѣ въ видѣ различныхъ, крайне разнообразныхъ по своему составу и пользующихся, иногда, огромнымъ распро-

страненіемъ въ корѣ земной соединеній. Изъ соединеній этихъ назовемъ окись аллюминія, образующую извѣстный минералъ коррундъ и его разновидности сафиръ, рубинъ и наждакъ. Далѣе слѣдуетъ упомянуть о діаспорѣ, по составу водная окись аллюминія, бокситѣ и гидраргилитѣ — также водныя окиси аллюминія съ различнымъ содержаніемъ воды. Изъ солей — аллюминій встрѣчается въ кріолитѣ — въ видѣ фтористой соли, въ квасцовомъ камнѣ въ видѣ сѣрнокислой соли. Наконецъ въ видѣ иолевыхъ шпатовъ, представляющихъ кремнекислую соль аллюминія въ соединеніи съ соотвѣтствующими солями щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ, а равно и въ видѣ каолина и глинъ крайне разнообразнаго состава, являющихся продуктами вывѣтриванья полевыхъ шпатовъ, аллюминій пользуется почти неограниченнымъ распространеніемъ въ природѣ.

До послѣдняго времени аллюминій получался лишь въ небольшомъ сравнительно количествѣ и способы полученія этого металла были скорѣе лабораторнаго, чѣмъ техническаго характера; лишь сравнительно недавно аллюминій начали получать въ большомъ количествѣ электролизомъ. Ниже мы разсмотримъ вкратцѣ способы первой категоріи и остановимся болѣе подробно на электролизѣ аллюминія изъ его соединеній.

Полученіе аллюминія осадительной плавкой.

Первоначально аллюминій добывался по способу, предложенному Вёлеромъ въ 1827 г. и состоявшему въ разложеніи безводнаго хлористаго аллюминія пропусканіемъ паровъ этого соединенія надъ металлическимъ каліемъ. Приготовленіе безводнаго хлористаго аллюминія и металлическаго калія представляется, однако, затруднительнымъ, почему большимъ успѣхомъ въ развитіи даннаго способа слѣдуетъ признать предложенную Сенъ Клеръ Девилемъ замѣну чистаго хлористаго аллюминія двойной солью этого металла съ хлористымъ натріемъ, а металлическій калій натріемъ. Способъ Сенъ Клеръ Девиля примѣнялся въ теченіе 30 почти лѣтъ на аллюминіевыхъ заводахъ близъ Нантера и Залиндра, хотя почти, одновременно съ Девилемъ, Густавъ Розе предложилъ способъ полученія аллюминія разложеніемъ кріолита металлическимъ натріемъ, способъ, во всякомъ случаѣ не уступавшій способу Девиля по удобству своего выполненія. Наконецъ, въ 1865 году русскимъ химикомъ Бекетовымъ былъ предложенъ способъ полученія аллюминія разложеніемъ кріолита металлическимъ магніемъ, который подъ именемъ способа Гретцеля практиковался нѣкоторое время на аллюминіево-магнезіальномъ заводѣ близъ Гемелингена.

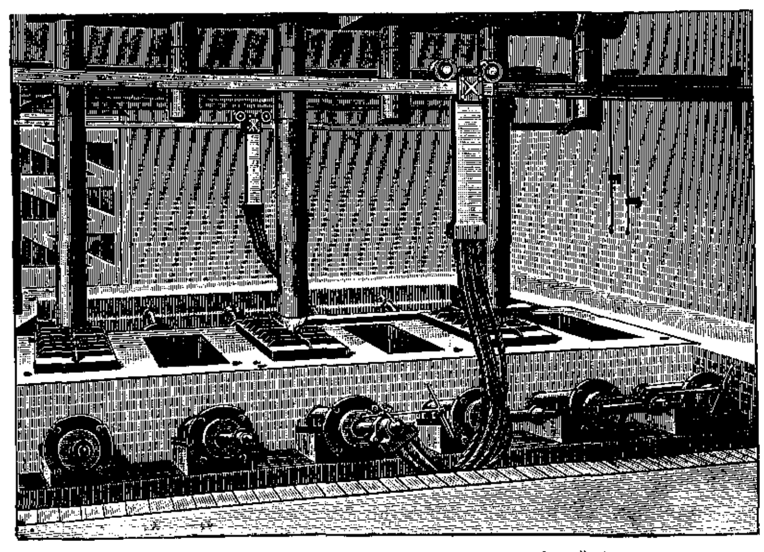
Наконецъ незадолго до изобрѣтенія г. Гэру (Heroult) электролиза аллюминіевыхъ соединеній г. Грабау былъ предложенъ крайне интересный съ теоретической стороны и подробно разработанный со стороны удобства и дешевизны своего производства способъ полученія аллюминія обработкой кріолита растворомъ сѣрнокислаго аллюминія и иослѣдующимъ разложеніемъ полученнаго фтористаго аллюминія металлическимъ натріемъ.

При обработкѣ кріолита растворомъ сѣрнокислой соли аллюминія выдѣляется фтористый аллюминій, по реакціи: $Al_2(So_4)_3 + Al_2Fl_6 6NaFl = 3Na_2So_4 + 2Al_2Fl_6$. Нерастворимый въ водѣ бѣлый порошокъ фтористаго аллюминія собираютъ на фильтрѣ, промываютъ водой, сушатъ, прокаливаютъ и бросаютъ въ тигель, выложенный внутри кріолитовой набойкой. На горячій еще порошокъ фтористаго аллюминія бросаютъ кусочекъ металлическаго натрія. Какъ только бросили натрій, тотчасъ же начинается крайне энергичная реакція замѣщенія части аллюминія натріемъ по формулѣ $2Al_2Fl_6 + 3Na_2 = Al_2Fl_6 6NaFl + Al_2$. При реакціи развивается такъ много тепла, что все содержимое тигля сплавляется и мы получаемъ королекъ аллюминія, окруженный коркой сплавившагося кріолита. Кріолитъ идетъ на по-

лученія новыхъ порцій фтористаго аллюминія и, такимъ образомъ, теоретически вовсе не расходуется при этой реакціи. При надлежащемъ пропорціонированьи количествъ взятыхъ для реакціи фтористаго аллюминія и металлическаго натрія аллюминій *получается очень чистымъ, сама реакція ведется* крайне удобно. При условіи дешевизны натрія данный способъ является, поэтому, единственнымъ среди остальныхъ способовъ химическаго полученія аллюминія, могущимъ конкурировать съ электролитическимъ способомъ полученія этого металла.

Возстановленіе окиси аллюминія.

Несмотря на увѣренія многихъ, даже новѣйшихъ руководствъ въ томъ, что окись аллюминія не можетъ быть возстановлена углемъ, въ дѣйствительности она легко возстановляется, если только мы подвергнемъ смѣсь окиси

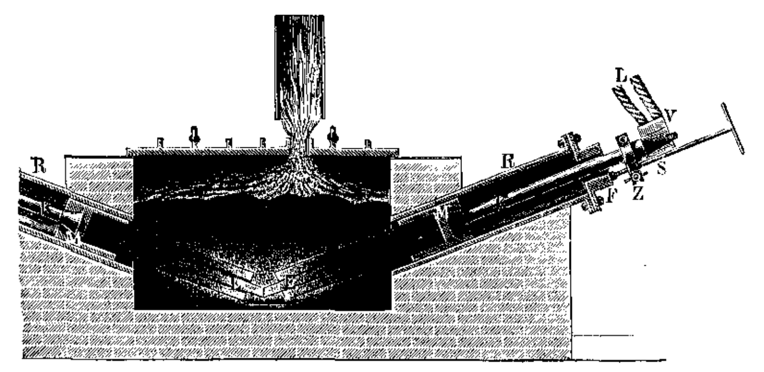


573. **Приборы Ковлеса для полученія аллюминіевой бронзы.**

аллюминія и угля нагрѣванію въ электрическихъ печахъ. Къ сожалѣнію, эта способность окиси аллюминія возстановляться такимъ дешевымъ матеріаломъ, какъ уголь, оказывается малопригодною для полученія чистаго аллюминія, почему данный способъ, предложенный Монктономъ еще въ 1862 году, и до сихъ поръ не получилъ еще примѣненія въ практикѣ. При температурѣ, развивающейся въ электролитической печи, мы получаемъ аллюминій въ видѣ легко летучихъ и легко окисляющихся паровъ этого металла, почему собранный въ пріемникѣ аллюминій получается въ видѣ очень мелкихъ, съ поверхности окислившихся кристалликовъ, которые, благодаря присутствію на нихъ корки окисловъ, не могутъ быть сплавлены въ плотный и однородный слитокъ металла и не могутъ поэтому получить какое нибудь примѣненіе. Чтобы избѣжать образованія окиси аллюминія, пробовали вести реакцію въ присутствіи избытка углерода, но это мало помогло дѣлу, такъ какъ аллюминій при высокой температурѣ хорошо соединяется съ углеродомъ и по охлажденіи печи въ ней находили не слитокъ металлическаго аллюминія, а кусочки карбида этого металла (соединеніе его съ углеродомъ).

Чтобы избѣжать образованія карбида братья Ковлесъ предложили (въ 1887 году) прибавлять къ окиси аллюминія при ея возстановленіи другіе металлы, какъ то мѣдь и желѣзо, образующія съ аллюминіемъ сплавы и

тѣмъ предохраняющіе его отъ насыщенія углеродомъ. Цѣль, которую преслѣдовали бр. Ковлесъ, была достигнута: образованіе карбида аллюминія было устранено, но зато получился не чистый аллюминій, а сплавъ послѣдняго съ мѣдью (аллюминіевая бронза) и желѣзомъ (ферро-аллюминій), содержавшій до $10^{0}/_{0}$ аллюминія. Хотя съ изобрѣтеніемъ электролитическаго способа — описанный способъ полученія аллюминіевыхъ сплавовъ утратилъ свое значеніе, мы тѣмъ не менѣе опишемъ его болѣе подробно, такъ какъ примѣнявшіеся при этомъ способѣ приборы по своему устройству и расположенію являются крайне интересными и могутъ найти себѣ примѣненіе при обработкѣ другихъ металловъ.

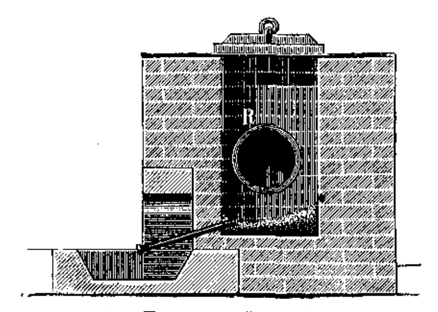


574. **Продольный разрѣзъ прибора Ковлеса.**

Токъ для электрической печи получился отъ 400 сильной динамо-машины, развивавшей электровозбудительную силу около 60 вольтъ и дававшей силу тока около 5—6000 амперъ.

Плавильныя печи имѣли шахту прямоугольнаго поперечнаго сѣченія. Нѣсколько такихъ печей были расположены въ рядъ, но изъ всѣхъ печей въ дѣйствіи только одна; остальныя только готовятся для плавки, заполняются свѣжимъ матеріаломъ или охлаждаются и разгружаются послѣ плавки.

Проводниками тока служатъ два толстыхъ мѣдныхъ прута, проложенныхъ вдоль передней и задней стѣнки общей кладки печи (фиг. 573). По проводникамъ движутся на колесикахъ мѣдныя-же тележки съ зажимами, въ которые вставляются кабеля изъ мѣдной проволоки для соединенія проводника съ электродами печи. Каждый изъ электродовъ состоитъ (см. фиг. 574) изъ 8—9 угольныхъ палочекъ въ 64 мм. діаметромъ, верхніе концы которыхъ вставлены въ чугунную или мѣдную муфту *M*. Въ ту же муфту вставленъ стерженъ *K*, на конецъ котораго надѣвается зажимъ *V*, которымъ заканчивается кабель *L*.



575. **Поперечный разрѣзъ.**

Муфта *M* ходитъ въ чугунной трубѣ *R*, черезъ сальникъ которой *F* пропущенъ упомянутый выше стерженъ *K*. Винтомъ *S*, пропущеннымъ черезъ насаженный на стерженъ нажимъ *Z*, можно двигать электроды въ трубѣ *R* и регулировать разстояніе между концами пластинъ *E*, сообразуясь съ силой тока.

На дно печи заваливаютъ слой угля, далѣе вставляютъ раму и кладутъ попеременно слои угля и руды, а промежутокъ между рамой и стѣнками шахты заваливаютъ углемъ, послѣ чего раму вынимаютъ, печь закрываютъ и, установивъ надлежащимъ образомъ электроды, пускаютъ токъ. Первоначально раскаливаются угли электродовъ, а затѣмъ и уголь шихты. Уголь горитъ за счетъ окиси аллюминія, получающаяся окись углерода выдѣляется черезъ

отверстіе въ крышкѣ печи, ее здѣсь зажигаютъ и продукты горѣнія проводятъ по трубѣ въ особую камеру, въ которой собирается захваченная газомъ мельчайшая пыль окиси аллюминія. Скопившійся на днѣ тигля сплавъ выливаютъ черезъ расположенное внизу выпускное отверстіе въ форму.

Шлакъ, состоящій изъ зеренъ сплава въ смѣси съ углемъ, промываютъ и отмытый сплавъ вновь пускаютъ въ плавку.

Въ печахъ описанной конструкціи получается въ сутки отъ 750 до 1000 килогр. аллюминіевой бронзы или ферро-аллюминія съ содержаніемъ отъ 15 до 17% этого металла. Бронзу еще разъ проплавляютъ съ мѣдью, причемъ получаютъ продажные сорта бронзы съ содержаніемъ въ 1,25, 2,5, 5, 7½ или 10% аллюминія, которую отливаютъ въ плитки по 5—6 килогр. каждая. При плавкѣ расходуется около 50 лошадиныхъ силъ на полученіе 1 килогр. аллюминія.

Описанный способъ полученія аллюминіевой бронзы въ настоящее время уже оставленъ, такъ какъ онъ не могъ выдержать конкуренціи съ полученіемъ аллюминія электролизомъ. На практикѣ оказалось болѣе выгоднымъ получить электролизомъ аллюминій и готовить бронзу сплавленіемъ чистаго аллюминія съ мѣдью.

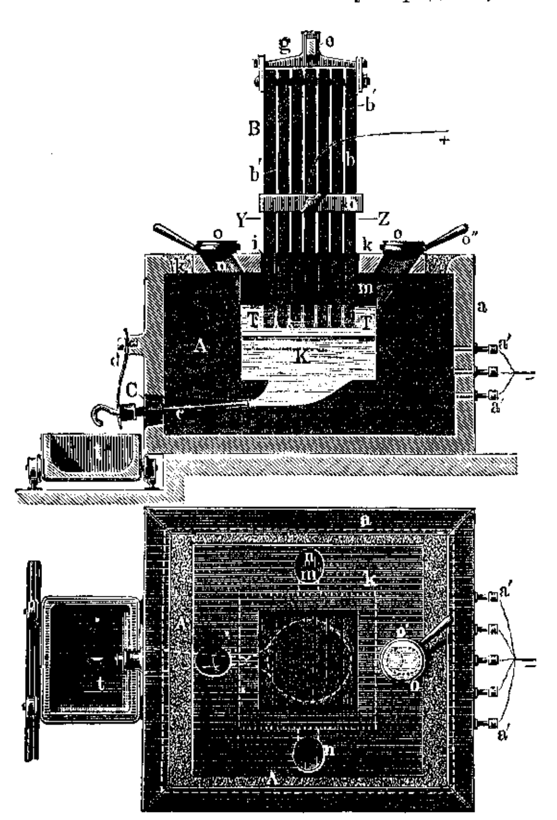
Электролизъ.

Не касаясь здѣсь представляющихъ большія затрудненія способовъ полученія металлическаго аллюминія электролизомъ растворовъ солей этого металла, мы остановимся только на электролизѣ расплавленныхъ его соединеній, нашедшемъ себѣ обширное примѣненіе въ техникѣ.

Первоначально такой способъ полученія аллюминія былъ предложенъ Бунзеномъ въ 1854 году. Бунзенъ для своихъ опытовъ пользовался хлористымъ аллюминіемъ; разложеніемъ этого соединенія, предварительно расплавленнаго, получался металлическій аллюминій. Въ томъ же году Сенъ Клеръ Девиль дѣлалъ опыты пополненія убыли аллюминія въ ваннѣ по мѣрѣ выдѣленія метала изъ нея введеніемъ въ ванну окиси аллюминія. Опыты Сенъ Клеръ Девиля не увѣнчались успѣхомъ, такъ какъ онъ предполагалъ возможнымъ восполнять недостатокъ аллюминія тѣмъ, что готовилъ аноды изъ смѣси окиси аллюминія и угля. Вслѣдствіе растворенія глины въ ваннѣ, аноды разрушались и угольный шламъ засорялъ ванну. Во всякомъ случаѣ уже эти изслѣдованія доказали возможность полученія чистаго аллюминія изъ расплавленныхъ соединеній этого металла, при условіи постояннаго пополненія убыли металла въ ваннѣ новыми количествами окиси аллюминія. При тѣхъ средствахъ, которыми располагали въ то время для полученія тока, нельзя было и думать о поддержаніи ванны въ расплавленномъ состояніи, пользуясь только нагрѣваніемъ ея при прохожденіи тока. Приходилось, слѣдовательно, поддерживать надлежащую температуру ванны нагрѣваніемъ ея извнѣ. Это обстоятельство составляло одно изъ главныхъ препятствій для распространенія даннаго способа полученія аллюминія, такъ какъ найти такой матеріалъ, который не портился бы отъ одновременнаго накаливанья его изнутри — расплавленной массой, а снаружи раскаленными газами топки, представляется, даже, въ настоящее время дѣломъ рѣшительно невозможнымъ. Вотъ почему описанный способъ полученія аллюминія могъ найти себѣ обширное примѣненіе только впослѣдствіи, когда изобрѣтеніе динамо-машинъ дало возможность получить токи большого напряженія, при прохожденіи которыхъ черезъ ванну развивается необходимая для поддержанія ванны въ расплавленномъ состояніи высокая температура; примѣненіе такихъ сильныхъ токовъ и составляетъ главную заслугу г. Гэру, котораго, по справедливости, слѣдуетъ признать изобрѣтателемъ современнаго способа полученія аллюминія электролитическимъ путемъ. Первоначально Гэру получалъ не метал-

лическій аллюминій, а сплавъ его съ мѣдью, для чего онъ пользовался тиглями изъ угля, на днѣ которыхъ помѣщалась расплавленная мѣдь, а поверхъ ванна изъ глины и kріолита. Мѣдь служила катодомъ, а анодомъ служилъ пакетъ изъ угольныхъ стержней, опущенныхъ въ ванну черезъ крышку тигля. Токъ примѣнялся очень большого напряженія, благодаря чему все содержимое ванны расплавлялось и поддерживалось въ расплавленномъ состояніи во все время электролиза. При той высокой температурѣ, которая была необходима для поддержанія ванны въ расплавленномъ состояніи, выдѣляющійся на катодѣ аллюминій жадно соединяется съ углеродомъ, почему Гэру и пришлось вводить въ ванну мѣдь для поглощенія ею аллюминія. Такимъ образомъ по первоначальному предложенію Гэру можно было получить только аллюминіевую бронзу, и лишь впослѣдствіи научились готовить чистый аллюминій.

Первоначальное устройство прибора Гэру для приготовленія аллюминіевой бронзы представлено на рис. 576 и 577 и состоитъ въ слѣдующемъ.

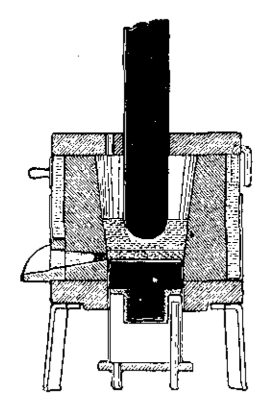


576 и 577. Приборъ Гэру для полученія аллюминія.

На изолированной подставкѣ поставленъ желѣзный сосудъ *a*, внутри выложенный толстой угольной одеждой *A*. Стѣнки сосуда соединяются съ отрицательнымъ проводникомъ тока помощью винтовъ *a'*; стѣнки сосуда должны плотно соприкасаться съ внутренней одеждой *A*, которая служитъ катодомъ при электролизѣ. Чтобы сдѣлать это соприкосновеніе возможно болѣе совершеннымъ, готовятъ сначала внутреннюю футеровку *A* и, поставивъ ее въ форму, заливаютъ промежутокъ между формой и футеровкой чугуномъ или мѣдью. Застывшій металлъ образуетъ стѣнки и дно ящика, плотно прилегающія къ внутренней футеровкѣ. Анодомъ служитъ пучекъ угольныхъ пластинъ *B*, соединенныхъ наверху рамой *g* съ отверстіемъ *e*, которымъ рама подвѣшивается къ цѣпи, на которой электроды могутъ быть опущены въ ванну, или выпуты изъ нея; посрединѣ угольные стержни окружены мѣднымъ кольцомъ (*h*), которое соединяется съ положительнымъ проводомъ тока. Ящикъ сверху закрытъ графитовой крышкой *k*, въ которой сдѣлано отверстіе для прохода анодовъ и четыре отверстія *n* для введенія въ ящикъ матеріала и для выхода образующихся во время электролиза газовъ. Края отверстій срѣзаны наискось и въ верхней кромкѣ футеровки вырѣзаны въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ желоба, которыми отверстія сообщаются съ внутренностью ванны. Отверстія закрыты крышками *o* съ рукоятками *o"*, за которыя крышки легко снимаются и вновь кладутся на отверстія. Пространство между краями крышки и металлическими стѣнками ящика *o* заложено по-

рошкомъ древеснаго угля. Въ началѣ операціи на дно ящика заваливаютъ зерненую мѣдь, закрываютъ крышкой, опускаютъ анодъ въ мѣдь и пускаютъ токъ. Спустя нѣкоторое время дѣйствія тока мѣдь расплавляется. Послѣ этого въ ванну прибавляютъ глины, поднимаютъ анодъ выше и вновь пропускаютъ токъ черезъ глину, которая расплавляется отъ накаливанья токомъ и разлагается съ выдѣленіемъ аллюминія на катодѣ и кислорода на анодѣ. Аллюминій растворяется въ мѣдной ваннѣ, а кислородъ сожигаетъ угли анода и изъ отверстій *o* выдѣляются синеватые огоньки окиси углерода. Когда аллюминія получается достаточно, металлъ спускаютъ изъ ванны въ форму *t* и получаютъ такимъ образомъ слитки аллюминіевой бронзы.

Во многихъ учебникахъ говорится о различныхъ способахъ полученія аллюминія электролитическимъ путемъ, каковы, напримѣръ, способъ Мине, примѣняемый на французскихъ заводахъ, и способъ Галля, пользующійся распространеніемъ на американскихъ заводахъ. Въ дѣйствительности всѣ эти способы, какъ это наглядно доказывается приведенными во второмъ изданіи электрометаллургіи Борхерса патентами, которые были взяты названными лицами, представляютъ собою частныя видоизмѣненія способа Гэру. Все изобрѣтеніе Галля заключается въ томъ, что онъ даетъ нѣсколько рецептовъ легкоплавкихъ соединеній аллюминія, которыя могутъ служить для электролиза. Приборы для электролиза, принципъ производства операціи заимствованы Галлемъ у Гэру, почему выработанный имъ способъ нельзя разсматривать какъ самостоятельный, а лишь какъ частное измѣненіе способа Гэру.



578. **Приборъ Борхерса для электролиза.**

Еще ранѣе, чѣмъ отдѣльныя детали способа Гэру сдѣлались извѣстными публикѣ, Борхерсъ предложилъ свой приборъ для полученія чистаго аллюминія, причемъ произведенные имъ лабораторные опыты полученія этого металла дали вполнѣ удовлетворительные результаты: аллюминій получался достаточно чистымъ и пригоднымъ для непосредственнаго употребленія его въ дѣло.

Приборъ состоитъ изъ желѣзнаго ящика, поставленнаго на дно изъ шамота и глины. Въ центрѣ дна имѣется отверстіе, черезъ которое пропускаютъ нижній электродъ. На то же дно поставленъ другой ящикъ съ двойными стѣнками, плотно прилегающій къ внутреннему ящику. Въ промежуткѣ между стѣнками циркулируетъ охлаждающая смѣсь, вслѣдствіе чего прилегающій къ стѣнкамъ слой шихты, которою заполняется весь внутренній ящикъ, остается твердымъ, несмотря на господствующую въ серединѣ ящика крайне высокую температуру. Такимъ образомъ получающійся металлъ оказывается заключеннымъ въ стѣнкахъ, состоящихъ изъ того же вещества, что и взятая для полученія металла смѣсь и, слѣдовательно, предохраняется отъ его загрязненія другими веществами.

Нижнимъ электродомъ служитъ мѣдная или угольная пластина, которая вставляется въ отверстіе, сдѣланное въ днѣ ящика. Верхнимъ электродомъ служитъ угольная пластинка, которая пропускается черезъ отверстіе въ крышкѣ ящика. Въ началѣ плавки верхній электродъ настолько приближаютъ къ нижнему, чтобы между ними образовалась Вольтова дуга, въ пламени которой плавятся прилегающія къ ней части шихты. Когда на днѣ ванны образовался достаточный слой расплавленнаго вещества, электродъ погружаютъ въ расплавленную массу и начинаютъ электролизъ послѣдней.

Футеровкой стѣнокъ служитъ кріолитъ. Понятно, что при такой футеровкѣ получающійся при электролизѣ аллюминій предохраняется отъ загряз-

ненія его другими веществами. Такъ какъ катодъ охлажденъ до такой температуры, при которой не можетъ быть и рѣчи о соединеніи аллюминія съ углеродомъ или мѣдью, то мы въ правѣ ожидать очень чистаго аллюминія, если только для плавки будутъ взяты чистые сырые матеріалы.

При фабричномъ полученіи аллюминія оказалось возможнымъ воспользоваться графитовыми тиглями, если только мы примемъ мѣры къ надлежащему охлажденію ихъ стѣнокъ. Одно изъ главныхъ преимуществъ электрическихъ печей заключается именно въ томъ, что стѣнки ихъ могутъ быть сдѣланы изъ матеріала, вредно дѣйствующаго на получающіеся при плавкѣ продукты и дѣйствіе этого матеріала благодаря концентраціи жара въ срединѣ печи у электродовъ не оказываетъ вреднаго вліянія на продуктъ, если только стѣнки печи достаточно охлаждены снаружи.

Въ настоящее время тигли для электролиза аллюминія имѣютъ обыкновенно параллелипипедальную форму и разсчитываются на силу тока около 8000 амперъ; въ дѣйствительности же сила тока рѣдко превышаетъ 7000 амперъ.

Суммируя все сказанное о современномъ положеніи электролиза аллюминія, мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ относительно приборовъ и условій производства электролиза аллюминія:

1. Электролитомъ служитъ обыкновенно растворъ окиси аллюминія въ расплавленныхъ галлоидныхъ соединеніяхъ этого металла.

2. Во время электролиза слѣдуетъ поддерживать постоянное содержаніе аллюминія въ ваннѣ прибавленіемъ окиси этого металла.

3. Анодомъ служитъ пучекъ угольныхъ пластинъ, пропущенныхъ черезъ крышку тигля, катодомъ — металлическія или угольныя пластины различной формы, охлаждаемыя снаружи и вставленныя въ отверстіе дна тигля. Иногда катодомъ служатъ стѣнки самого тигля, которыя должны хорошо охлаждаться снаружи.

4. Стѣнки тигля въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ не служатъ катодомъ, лучше всего дѣлать желѣзными, выложенными внутри одеждой изъ трудноплавкихъ чистыхъ соединеній аллюминія.

5. Надлежащая температура печи достигается тѣмъ, что для электролиза пользуются токомъ очень большой силы (напряженіе тока доходитъ до 7000 амперъ на квадратный метръ площади катода).

6. Стѣнки тигля должны охлаждаться снаружи, чтобы внутренняя футеровка тигля не растворялась въ ваннѣ.

7. Температура внутри тигля не должна быть слишкомъ высокой, такъ какъ помимо безполезной затраты силы тока на производство этой температуры, она является прямо вредной для электролиза, способствуя обратному растворенію выдѣлившагося уже металла, съ образованіемъ соединеній закиси аллюминія. Кромѣ того высокая температура, содѣйствуя безполезному для даннаго процесса осажденію и испаренію щелочныхъ и щелочно-земельныхъ металловъ, вызываетъ напрасную затрату силы тока на эти процессы.

* *
*

Аллюминій (Al — атомный вѣсъ 27, уд. в. 2,74) представляетъ собою серебристо-бѣлый, сильно блестящій металлъ, обнаруживающій въ изломѣ ясное кристаллическое сложеніе. Аллюминій плавится при 650°. Для примѣненія аллюминія крайне важное значеніе имѣетъ его малый удѣльный вѣсъ и большая устойчивость противъ дѣйствія атмосферныхъ агентовъ. На поверхности металла образуется крайне тонкая корка окиси аллюминія, которая предохраняетъ отъ окисленія даже расплавленный металлъ. Вода и слабыя органическія почти не дѣйствуютъ на аллюминій; сѣрная кислота растворяетъ аллюминій съ большимъ трудомъ; соляная-же кислота и щелочи

легко растворяють этотъ металлъ. Аллюминій вытѣсняетъ почти всѣ остальные металлы изъ ихъ солей, возстановляетъ почти всѣ элементы изъ ихъ окисей, причемъ возстановленные элементы растворяются въ избыткѣ аллюминія.

Примѣненіе аллюминія. Обращаясь къ разнообразнымъ случаямъ примѣненія аллюминія въ техникѣ, замѣтимъ прежде всего, что оно сдѣлало громадные успѣхи въ послѣднее время, когда цѣна аллюминія, благодаря примѣненію электролиза для полученія этого металла, уменьшилась въ короткое, сравнительно, время примѣрно въ 25 разъ съ 47,5 марки за килограммъ въ 18[illegible] году, до 1,8 марки въ 1898 году.

Понятно, что при такомъ быстромъ паденіи цѣнъ примѣненіе даннаго металла должно было особенно распространиться именно въ послѣднее десятилѣтіе.

Ниже мы приводимъ нѣкоторыя данныя о примѣненіи аллюминія въ различныхъ отрасляхъ техники, заимствуя ихъ частью изъ брошюры, изданной обществомъ аллюминіевыхъ заводовъ въ Нейгаузенѣ, частью же изъ доклада г. Гунта обществу американскихъ инженеровъ.

За послѣднее время сильно развилось примѣненіе аллюминія въ желѣзодѣлательномъ производствѣ для приготовленія стальныхъ отливокъ.

Прибавленіе небольшого количества аллюминія къ стали оказалось крайне благопріятнымъ для улучшенія качествъ литья, такъ какъ при этомъ:

1. Уменьшаются размѣры усадочныхъ раковинъ, что въ свою очередь уменьшаетъ размѣры верхнихъ частей больванокъ, поступающихъ въ бракъ.

2. Достигается болѣе спокойное остываніе металла, что дѣлаетъ возможнымъ полученіе отливокъ хорошаго качества даже изъ пережженной стали.

3. Достигается большая однородность стали, вслѣдствіе возстановленія аллюминіемъ различныхъ окисловъ и выдѣленія металловъ, хорошо сплавляющихся съ желѣзомъ, и вслѣдствіе уменьшенія срока охлажденія отливки, что въ свою очередь не даетъ времени содержащимся въ металлѣ примѣсямъ выкристаллизоваться изъ него.

4. Увеличивается вязкость стали безъ уменьшенія тягучести послѣдней.

5. Уничтожается способность стали окисляться во время литья.

6. Поверхность отливокъ становится болѣе однородною и плотною.

Причина такого благопріятнаго дѣйствія аллюминія на качество стали съ точностью еще не изучена. По мнѣнію однихъ, она кроется именно въ способности аллюминія возстановлять содержащіяся въ стали окиси различныхъ элементовъ, причемъ выдѣляющійся чистый элементъ растворяется въ стали. По мнѣнію другихъ, причина кроется въ томъ, что аллюминій увеличиваетъ растворимость содержащихся въ стали газовъ, которые такимъ образомъ остаются въ массѣ металла, не выдѣляясь изъ него при остываніи и не образуя вредныхъ для качествъ стали пузырьковъ и рванинъ.

Не останавливаясь здѣсь болѣе подробно на разсмотрѣніи обоихъ приведенныхъ гипотезъ, замѣтимъ, что указанные благопріятные результаты получаются только при прибавленіи ничтожнаго, сравнительно, количества аллюминія къ стали.

Такъ для мартеновской стали это количество не должно превышать 60—120 и лишь въ крайнемъ случаѣ 150 гр. аллюминія на 1 тонну стали; наиболѣе подходящая для данной стали величина присадки вырабатывается чисто эмпирическимъ путемъ, причемъ начинаютъ съ присадки въ 120 гр.

Въ бессемеровскую сталь присадки берется на 20—90 гр. на тонну больше, чѣмъ въ мартеновскую.

Въ сталь пережженую, содержащую значительную примѣсь окиси желѣза, присадка аллюминія дѣлается значительно больше.

Присадка аллюминія къ стали въ значительно большемъ противъ при-

веденнаго количествѣ не улучшаетъ, а ухудшаетъ качество продукта, способствуя образованію большихъ воронокъ и, слѣдовательно, увеличивая часть болванокъ, поступающую въ бракъ.

Аллюминій обладаетъ способностью выдѣлять углеродъ изъ соединеній его съ желѣзомъ. Такъ, по опытамъ Гадфильда (Hadfield), зеркальный чугунъ съ содержаніемъ въ 12%—25% марганца превращается въ обыкновенный сѣрый чугунъ прибавленіемъ 3—4% марганца.

На большинствѣ заводовъ аллюминій вводится въ сталь въ видѣ чистаго аллюминія и лишь нѣкоторые заводы предпочитаютъ пользоваться для этой цѣли ферро-аллюминіемъ, который заваливается въ литейный ковшъ передъ розливомъ стали.

Въ чугунъ прибавляютъ отъ 0,1—0,5% аллюминія, причемъ эта прибавка является особенно полезною при отливкѣ большихъ издѣлій и въ тѣхъ случаяхъ, когда чугунъ при отливкѣ оказывается почему либо густымъ.

Выше уже было упомянуто, что одна изъ причинъ благопріятнаго дѣйствія аллюминія на желѣзо и сталь заключается въ способности аллюминія возстановлять содержащіеся въ ваннѣ окислы желѣза и другихъ металловъ. Несмотря на то, что для возстановленія окисловъ на 100 частей содержащагося въ нихъ кислорода требуется 114 частей аллюминія и всего 35 частей марганца, аллюминій оказывается все же гораздо болѣе энергичнымъ возстановителемъ, чѣмъ марганецъ. Реакція возстановленія аллюминіемъ идетъ до тѣхъ поръ, пока въ ваннѣ не останется ни слѣдовъ окисловъ посторонних металловъ, между тѣмъ, какъ въ присутствіи марганца окислы могутъ остаться не возстановленными въ силу малаго, сравнительно, сродства кислорода къ марганцу.

Н и к к е л ь - а л л ю м и н і о м ъ называются сплавы аллюминія съ никкелемъ, мѣдью, цинкомъ, марганцемъ, оловомъ, хромомъ, титаномъ, вольфрамомъ и ваннадіемъ. Всѣ эти примѣси придаютъ аллюминію бо́льшую твердость.

Аллюминій находитъ себѣ примѣненіе при покрытіи металловъ цинкомъ и при приготовленіи латуни. Въ первомъ случаѣ достаточно прибавить къ ваннѣ около 0,05% аллюминія, чтобы получить болѣе прочную покрышку цинка. Къ латуни аллюминій прибавляется главнѣйше въ качествѣ сильнаго возстановителя. Содержаніе аллюминія въ сплавѣ доводится въ этомъ случаѣ иногда до 10%, такъ какъ при этомъ увеличиваются не только плотность отливокъ, но и ихъ сопротивленіе разрыву. Отливку слѣдуетъ при этомъ вести при возможно болѣе низкой температурѣ.

Сплавъ аллюминія съ мѣдью — аллюминіевая бронза готовится въ настоящее время почти исключительно изъ чистаго аллюминія и мѣди. Даже и въ Америкѣ, гдѣ дольше другихъ странъ удерживался описанный выше способъ Ковлесса непосредственнаго полученія аллюминіевой бронзы, способъ этотъ въ настоящее время уже оставленъ и замѣненъ приготовленіемъ бронзы сплавленіемъ чистаго аллюминія съ мѣдью. Мѣдь расплавляется въ графитовыхъ тигляхъ, послѣ чего прибавляютъ расплавленнаго аллюминія, тигель быстро вынимаютъ изъ печи, размѣшиваютъ массу и отливаютъ металлъ въ формы.

Для приготовленія аллюминіевыхъ отливокъ къ металлу прибавляютъ нѣкоторое количество названныхъ выше примѣсей, придающихъ ему большую твердость; отливку ведутъ при возможно болѣе низкой температурѣ и заранѣе разсчитываютъ на полученіе большой усадочной раковины.

Иногда къ аллюминію прибавляютъ немного селитры. Порошокъ этого вещества завертывается въ бумажку, бросается на поверхность расплавленнаго металла и быстро погружается на дно сосуда, изъ котораго ведется отливка, послѣ чего съ поверхности снимаются шлаки и металлъ разливаютъ въ формы.

Печи, въ которыхъ плавится аллюминій въ этомъ случаѣ, а равно и печи, въ которыхъ плавится мѣдь при приготовленіи аллюминіевой бронзы, топятся древеснымъ углемъ или коксомъ. Каменный уголь для топки въ этомъ случаѣ не годится.

Аллюминій плавится, какъ это было уже указано выше, около 625—650⁰. Задолго до этой температуры онъ значительно теряетъ въ своей прочности, благодаря чему аллюминій не слѣдуетъ примѣнять для приготовленія такихъ предметовъ, которые подвергаются одновременно сильному нагрѣванію и давленію. Особенно же пригоднымъ этотъ металлъ является для приготовленія такихъ издѣлій, отъ которыхъ не требуется большой прочности и въ то же время желательна большая легкость.

Издѣлія изъ аллюминія плохо спаиваются; для очищенія спаиваемыхъ плоскостей отъ постороннихъ примѣсей чаще всего примѣняется стеаринъ или парафинъ, а паяльнымъ флюсомъ служитъ обыкновенно фосфористое олово.

Аллюминій плохо принимаетъ покрышку изъ другихъ металловъ. Для серебренія или золоченія аллюминія Гунтъ совѣтуетъ покрывать сначала издѣлія изъ аллюминія слоемъ мѣди, на которую лучше садятся золото, серебро и другіе металлы. Для образованія корки мѣди аллюминіевыя издѣлія травятся съ поверхности растворомъ ѣдкихъ щелочей, или смѣсью разбавленной азотной и плавиковой кислотъ, обмываются, погружаются въ горячую соляную кислоту, снова промываются водою и погружаются въ растворъ мѣднаго купороса; въ продолженіе 3—4 минутъ поверхность издѣлій покрывается слоемъ мѣди, послѣ чего ихъ можно покрыть тонкимъ слоемъ серебра, золота или другого металла гальванопластическимъ путемъ. Еще менѣе удачнымъ оказался опытъ покрытія издѣлій изъ другихъ металловъ слоемъ аллюминія. Слой этотъ плохо пристаетъ къ поверхности металла и легко сходитъ съ нея.

Чистый аллюминій легко прокатывается въ тонкіе листы, которые послѣ прокатки отжигаютъ при температурѣ темнокраснаго каленія.

Аллюминій представляетъ собою крайне удобный матеріалъ для приготовленія кухонной посуды. Посуда эта отличается большой легкостью, большой устойчивостью противъ дѣйствія кислотъ, большою теплопроводностью и удобствомъ чистки.

Посуда готовится отливкою или штампованіемъ изъ цѣлыхъ кусковъ. Спаиванія отдѣльныхъ частей слѣдуетъ по возможности избѣгать, такъ какъ благодаря значительнымъ электроположительнымъ свойствамъ аллюминія между нимъ и веществомъ припоя образуется гальваническій токъ, отъ котораго сильно страдаетъ посуда.

Въ лабораторіяхъ изъ аллюминія готовятъ воздушныя и водяныя бани, газовыя горѣлки и воронки.

Изъ другихъ случаевъ примѣненія аллюминія заслуживаетъ упоминанія примѣненіе его для приготовленія рукоятокъ хирургическихъ инструментовъ, для приготовленія пластинъ печатныхъ станковъ (аллюминіевыя пластины вытравливаются струей песку), для приготовленія вывѣсокъ и дверныхъ досокъ. Далѣе аллюминій идетъ на приготовленіе рамъ и обшивокъ въ желѣзнодорожныхъ вагонахъ, гдѣ аллюминій замѣняетъ собою дерево, для дверныхъ и оконныхъ ручекъ и прочихъ частей внутренней арматуры вагоновъ, для изготовленія ваннъ, для замѣны тяжелыхъ металлическихъ и деревянныхъ балокъ, обшивныхъ листовъ и другихъ частей въ кораблестроительномъ дѣлѣ. Далѣе изъ аллюминія дѣлаютъ мебель и особенно книжные шкафы, для предохраненія книгъ отъ грызуновъ. Въ переплетномъ дѣлѣ аллюминій примѣняется для приготовленія досокъ на книги и альбомы для рамокъ. Въ настоящее время изъ аллюминія дѣлаютъ чайницы, жестянки для

консервовъ, походную посуду для кушаній, гребенки, щетки и другіе мелкіе предметы, гробы, военныя вещи и т. п.

О примѣненіи аллюминія въ химіи, главнѣйше, какъ сильнаго возстановителя для различныхъ окисловъ и какъ источникъ теплоты для многихъ химическихъ реакцій, было уже говорено въ статьѣ о хромѣ (см. способъ Гольдшмидта полученія хрома изъ окиси этого металла). Гольдшмидтъ, много занимавшійся разработкою способа возстановленія окисловъ различныхъ металловъ аллюминіемъ, рекомендуетъ пользоваться смѣсью аллюминія съ окисью желѣза для полученія высокой температуры, необходимой для спаиванья и свариванья различныхъ металловъ. Температуру горѣнія аллюминія въ окиси желѣза можно регулировать прибавленіемъ къ смѣси какого-либо нейтральнаго вещества, напримѣръ песку или избытка окиси желѣза. Въ обоихъ случаяхъ температура горѣнія смѣси, вслѣдствіе распредѣленія въ большей массѣ вещества, понижается.

Ниже мы приводимъ таблицу цѣнъ на аллюминій съ начала фабричной добычи этого металла и до настоящаго времени, чтобы иллюстрировать быстрое паденіе цѣнъ съ примѣненіемъ электролиза къ добычѣ.

Годъ	Фамилія фабриканта или названіе завода	Цѣна за киллограмъ въ маркахъ
1855	Девиль въ Гласьерѣ	1000.—
1856	„ „ „	300.—
1857	Моренъ въ Нантерѣ	240.—
1857—1886		100.—
1886	Гемелингенъ	70.—
1888	Общество аллюмин. зав.	47.50
1890, февраль	*Заводъ въ Нейгаузенѣ*	27.60
1890, сентябрь	„ „ „	15.20
1891, февраль	„ „ „	12.—
1891, іюль	„ „ „	8.—
1891, ноябрь	„ „ „	5.
1892	„ „ „	5.—
1893	„ „ „	5.—
1894	„ „ „	4.—
1895	„ „ „	3.—
1896	„ „ „	2.60
1897	„ „ „	2.25
1898	„ „ „	1.80
1899	„ „ „	2.10

Щелочные и щелочноземельные металлы.

Полученіе щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ относилось ранѣе скорѣе къ области химіи, чѣмъ къ металлургіи. Металлы эти не находили себѣ сколько нибудь обширнаго примѣненія, почему и полученіе ихъ велось ранѣе въ лабораторныхъ размѣрахъ. Въ новѣйшее время обстоятельства сильно измѣнились и, например, магній находитъ себѣ настолько обширный сбытъ, что въ состояніи окупить издержки на устройство цѣлаго завода, спеціально занятаго полученіемъ этого металла. Натрій также находитъ себѣ обширное примѣненіе въ видѣ амальгамы при обработкѣ рудъ благородныхъ металловъ, а равно и для приготовленія ціанистыхъ соединеній способомъ, предложеннымъ Эрленмейеромъ. Соединенія же эти находятъ себѣ обширный спросъ при обработкѣ нѣкоторыхъ золотоносныхъ рудъ, въ которыхъ золото является химически связаннымъ съ орудѣняющимъ веществомъ и трудно поддается амальгамаціи.

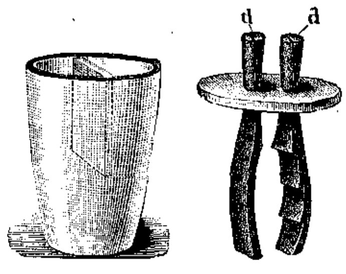
Остальные металлы этой группы, какъ то: кальцій, стронцій, барій, калій и др., пользуются и до сихъ поръ сравнительно ограниченнымъ примѣненіемъ

и только соединеніе кальція съ углеродомъ — карбидъ кальція начинаетъ находить себѣ обширное примѣненіе для освѣщенія.

Основываясь на вышесказанномъ, мы разсмотримъ болѣе подробно только полученіе щелочноземельныхъ и щелочныхъ металловъ, тѣмъ болѣе что полученіе остальныхъ металловъ этихъ группъ сходно по существу со способомъ полученія двухъ названныхъ металловъ.

Магній.

Магній встрѣчается въ природѣ исключительно въ видѣ солей, изъ которыхъ наибольшимъ распространеніемъ пользуются: карналитъ — двойная соль хлористаго магнія и калія $Mg\,Cl_2\,KCl\,6\,H_2\,O$, кизеритъ — сѣрнокислый магній $Mg\,SO_4,\,H_2\,O$, кіанитъ $Mg\,Cl_2.\,Mg\,SO_4,\,6H_2\,O$ — двойная соль хлористаго и сѣрнокислаго магнія магнезитъ — углекислый магній $Mg\,CO_3$ и доломитъ углекислый магній и кальцій $Mg\,CO_3.\,Ca\,CO_3$ и наконецъ въ видѣ кремнекислой соли въ соединеніи съ кремнекислыми солями другихъ металловъ — въ асбестѣ, змѣевикѣ, талькѣ, морской пенкѣ и другихъ минералахъ.



579 и 580. Приборъ для приготовленія хлористаго магнія.

Для приготовленія металлическаго магнія обыкновенно пользуются карналитомъ естественнымъ, или искусственно приготовленнымъ, такъ какъ естественный карналитъ не всегда является достаточно чистымъ.

Первыя литературныя данныя о полученіи металлическаго магнія исходятъ отъ Деви, по описанію котораго магній получается разложеніемъ расплавленной магнезіи каліемъ. Однако, судя по описанію свойствъ полученнаго металла, послѣдній вовсе не представлялъ собою магнія, почему пальму первенства въ полученіи этого металла слѣдуетъ отдать гг. Буссе, Буффу и Либиху, получившимъ магній разложеніемъ хлористаго магнія каліемъ подобно тому, какъ Велеръ получилъ аллюминій изъ хлористаго аллюминія.

Далѣе Бунзену удалось получить магній электролитическимъ путемъ, разложеніемъ расплавленнаго хлористаго магнія. Предложенный Бунзеномъ способъ полученія металлическаго магнія представляется настолько интереснымъ и важнымъ въ электрометаллургіи, что здѣсь будетъ умѣстно привести описаніе даннаго способа, сдѣланное самимъ Бунзеномъ въ статьѣ, помѣщенной имъ въ томѣ 52 Анналовъ Либиха.

„Расплавленный хлористый магній такъ легко разлагается токомъ, что по прошествіи нѣсколькихъ минутъ дѣйствія тока отъ небольшого числа элементовъ получается королекъ магнія въ нѣсколько граммовъ вѣсомъ.

Для полученія чистаго хлористаго магнія пользуются извѣстнымъ пріемомъ Либиха. Разложеніе ведутъ въ фарфоровомъ тиглѣ въ $3^1/2$ дюйма высотою и около 2 дюймовъ въ діаметрѣ. Тигель раздѣленъ перегородкой на двѣ части, изъ которыхъ въ одной выдѣляется хлоръ, а въ другой магній. Перегородка дѣлается изъ фарфоровой пластины и ей можно придать любую форму, такъ какъ фарфоръ легко рѣжется стальнымъ остріемъ, какъ стекло алмазомъ. Тигель покрывается крышкой, въ которой сдѣланы два отверстія для электродовъ. Отрицательный электродъ (см. фиг. 580) снабженъ зазубринами, въ которыхъ удерживается металлическій магній, иначе часть магнія всплывала бы по электродамъ наверхъ и здѣсь сгорала бы. Электроды готовятся изъ той же угольной массы, что и электроды элементовъ; масса эта легко рѣжется, точится на токарныхъ станкахъ, обрабатывается напильникомъ, сверлится, почему электродамъ легко придать какую угодно форму. Тигель

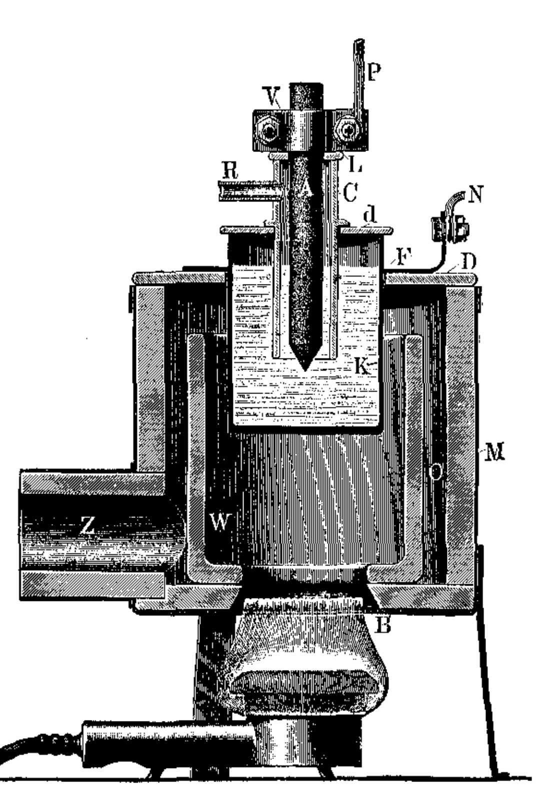
съ крышкой нагрѣваютъ въ красно-калильномъ жарѣ, наполняютъ до краевъ расплавленнымъ хлористымъ магніемъ и соединяютъ съ батареей, для чего проволоки вставляютъ въ зажимы головокъ электродовъ. При пропусканіи тока хлористый магній разлагается съ выдѣленіемъ хлора на анодѣ и магнія на катодѣ тигля".

Изъ предложенныхъ впослѣдствіи способовъ полученія магнія отмѣтимъ способъ Матиссена, предложившаго примѣнять для разложенія карналитъ, вмѣсто трудно приготовляемаго хлористаго магнія.

Способъ Фишера, равно какъ и предложенный имъ въ 1882 году приборъ для полученія магнія не нашелъ себѣ примѣненія въ техникѣ. То же слѣдуетъ сказать и о приборѣ Гретцеля, предложенномъ имъ въ 1883 году.

Примѣняемый нынѣ приборъ для фабричнаго полученія магнія, а равно и способъ полученія этого металла заключаются въ слѣдующемъ:

Разложеніе производится въ желѣзномъ тиглѣ K (см. фиг. 581), стѣнки котораго и служатъ катодомъ при разложеніи. Анодомъ служитъ угольный стержень A, окруженный фарфоровой трубкой C, съ боковою трубою R, черезъ которую отводится выдѣляющійся на анодѣ хлоръ. Анодный стержень проходитъ черезъ отверстіе въ крышкѣ фарфоровой трубки и входитъ въ хомутъ V, который винтомъ L соединяется съ положительнымъ проводникомъ P тока. Сама трубка входитъ въ отверстіе въ крышкѣ d тигля и удерживается въ немъ кольцомъ. Тигель K снабженъ закраинами, которыми онъ удерживается въ отверстіи крышки D печи Перро. Печь эта состоитъ изъ чугуннаго цилиндра M, выложеннаго внутри огнеупорной кладкой и изъ поставленнаго внутрь него второго цилиндра W изъ шамота; въ днѣ обоихъ цилиндровъ сдѣлано отверстіе, черезъ которое въ цилиндръ вставляется газовая горѣлка, дающая большое пламя. Продукты горѣнія проходятъ черезъ цилиндръ W, накаливаютъ тигель и поступаютъ въ кольцевой каналъ O, откуда отводятся въ боровъ Z.



581. **Приборъ для полученія магнія электролизомъ.**

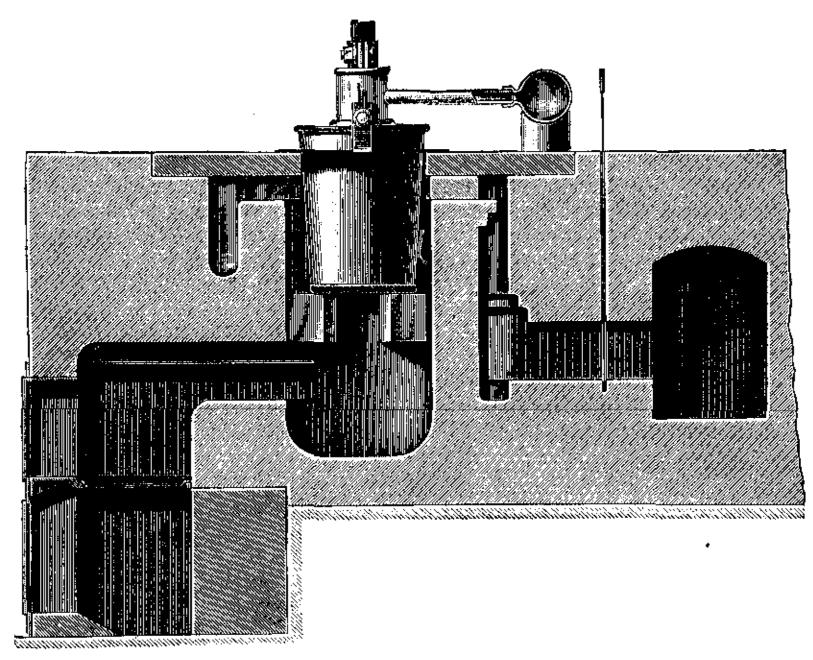
Сначала нагрѣвается пустой тигель, послѣ чего въ него наливаютъ карналитъ, расплавленный въ другомъ тиглѣ такого же устройства. Для предупрежденія окисленія стѣнокъ и разрушенія анода тигля въ то время, когда его прогрѣваютъ, въ тигель забрасываютъ угольной мелочи, которую вынимаютъ передъ наполненіемъ тигля расплавленной массой.

Наполнивши тигель, его закрываютъ и соединяютъ анодъ съ положительнымъ, а стѣнки тигля помощью закраины F и винта съ отрицательнымъ проводникомъ гальваническаго тока. Послѣ соединенія съ проводниками на-

чинается разложенiе расплавленной массы: магнiй въ видѣ шаровъ, все болѣе и болѣе увеличивающихся въ объемѣ, садится на дно и стѣнки тигля; хлоръ же отлагается на анодѣ и по трубѣ *R* выходитъ наружу.

Сила тока достигаетъ иногда 1000 амперъ на квадратный метръ площади катода. При надлежащемъ выборѣ дiаметра катода мы можемъ достигнуть такого напряженiя тока отъ машины, электро-возбудительная сила которой не превышаетъ 7—8, а при значительномъ увеличенiи дiаметра анода даже 1—2 вольтъ.

По прошествiи нѣкотораго времени, когда на стѣнкахъ и днѣ тигля накопится достаточное количество металлическаго магнiя, токъ останавливаютъ, разъединяютъ электроды отъ проводниковъ и поднимаютъ крышку тигля,



582. Приборъ для полученiя магнiя электролизомъ.

предварительно усиливъ нѣсколько пламя въ печи. Послѣ этого очищаютъ стѣнки тигля отъ приставшихъ къ нимъ шариковъ металла и все содержимое тигля выливаютъ въ плоскiя и холодныя формы изъ листового желѣза, стараясь соскоблить приставшiе къ стѣнамъ и кромкамъ тигля кусочки металла. Когда вылитая въ формы масса остынетъ, ее разбиваютъ и выбираютъ кусочки металла. Большiе и чистые куски сплавляются прямо въ графитовыхъ тигляхъ, мелкiя же зерна, покрытыя съ поверхности окисью магнiя, коркой карналита и другихъ примѣсей, непосредственно сплавлены быть не могутъ и должны подвергнуться предварительной рафинировочной плавкѣ.

На фиг. 582 представленъ тигель такого же почти устройства, но значительно большихъ размѣровъ, примѣняемый для полученiя бóльшихъ количествъ магнiя. Упомянутая выше рафинировочная плавка мелкихъ и нечистыхъ зеренъ металла производится слѣдующимъ образомъ: Въ желѣзномъ тиглѣ расплавляютъ карналитъ и въ расплавленную массу бросаютъ кусочки металла, стараясь пестами соединить отдѣльныя зерна его въ большой комокъ. Послѣ этого усиливаютъ жаръ печи до температуры ярко краснаго

каленія. При такомъ нагрѣваніи металлъ становится легче карналита и въ видѣ небольшихъ шариковъ всплываетъ на поверхность ванны, очищаясь отъ содержащихся въ немъ примѣсей. Шарики вычерпываютъ продырявленными желѣзными ложками, черезъ отверстія которыхъ стекаютъ шлаки, и складываютъ шарики въ другой тигель, предварительно нагрѣтый. Въ этомъ тиглѣ отъ металла отдѣляются вытапливаніемъ (зейгерованіемъ) послѣдніе остатки шлака, послѣ чего металлъ отливается въ плитки, или бруски.

* * *

Магній (Mg атомный вѣсъ 24, уд. в. 1,73) представляетъ собою металлъ серебристо-бѣлаго цвѣта и жилковато кристаллическаго строенія, достаточно ковкій и тягучій, чтобы вытягиваться въ тонкую ленту и, въ то же время, легко истирающійся напильникомъ въ порошокъ. Магній плавится при 500—600^0 и кипитъ около 1100^0. Большіе куски магнія мало измѣняются на воздухѣ, хотя съ поверхности они и покрываются тонкой пленкой окисловъ. Даже и при нагрѣваніи большіе куски магнія трудно поддаются окисляющему дѣйствію воздуха и ихъ можно безопасно плавить въ открытыхъ тигляхъ. Напротивъ того тонкій порошокъ магнія, будучи нагрѣтъ, горитъ ослѣпительно бѣлымъ цвѣтомъ съ выдѣленіемъ массы химическихъ лучей. Вода, содержащая лишь небольшое количество посторонних солей, слабо дѣйствуетъ на магній, вода, содержащая много соли въ растворѣ, легко разлагается порошкомъ этого металла. Перегрѣтый водяной паръ окисляетъ тонкій порошокъ магнія — магній горитъ въ немъ, какъ горитъ въ сѣрѣ и галлоидахъ. Магній легко растворяется въ кислотахъ и во многихъ соляхъ, вытѣсняя изъ послѣднихъ металлъ, или образуя съ ними двойныя соли. Съ кислородомъ магній соединяется крайне энергично, являясь такимъ образомъ хорошимъ возстановителемъ не только для окисловъ различныхъ металловъ, а и для окисей не металлическихъ элементовъ. Такъ магній хорошо возстановляетъ углеродъ — изъ окиси и углекислоты, кремній изъ окиси кремнія и боръ изъ окиси бора.

Примѣненіе магнія осталось до настоящаго времени крайне ограниченнымъ. Въ металлургіи онъ примѣнялся одно время для полученія металлическаго аллюминія по способу, предложенному Бекетовымъ въ 1865 году и заключавшемуся въ обработкѣ магніемъ кріолита. Способъ этотъ былъ однако вскорѣ замѣненъ добываніемъ аллюминія электролизомъ, а другихъ примѣненій въ металлургіи магнія, несмотря на громадный запасъ заключающейся въ немъ потенціальной энергіи, не нашелъ. Болѣе распространеннымъ является примѣненіе магнія въ пиротехникѣ для приготовленія фейерверковъ и бенгальскихъ огней и въ фотографіи для полученія снимковъ при искусственномъ освѣщеніи. Въ химической промышленности магній примѣняется для уничтоженія слѣдовъ воды въ спиртѣ, эѳирѣ и маслахъ, причемъ магній является особенно пригоднымъ для этой цѣли, главнѣйше, потому, что получающійся при дѣйствіи воды гидратъ окиси магнія нерастворимъ въ большинствѣ названныхъ соединеній. Въ химическихъ лабораторіяхъ магній примѣняется, главнѣйше, какъ сильный возстановитель.

Натрій.

Натрій встрѣчается въ природѣ исключительно въ видѣ солей: каменной или поваренной — по составу хлористый натрій, кріолита, двойной соли натрія и аллюминія отъ плавиковой кислоты — $Al_2\ Fl_6\ 6\ Na\ Fl$, глауберовой соли — сѣрнокислый натръ $Na_2SO_4\ 10\ H_2O$, чилійской селитры — азотно-кислый натръ $NaNO_3$, въ видѣ буры $Na_2B_4O_7 . 10\ H_2O$, и прочихъ солей борной кислоты, въ видѣ соды (двуглекислый натръ) $Na_2CO_3 . H_2O$, трона $(NaHCO_3)_2\ Na_2CO_3\ 2H_2O$ и въ видѣ силикатовъ раз-

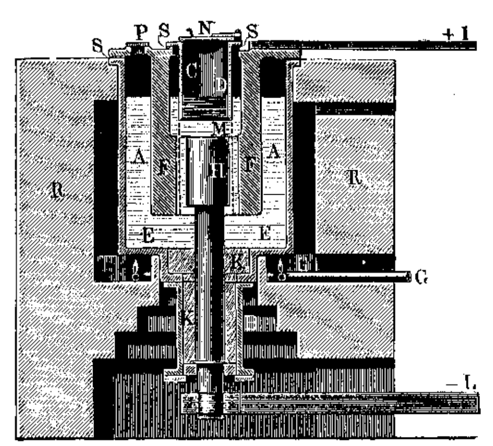
личнаго состава, изъ которыхъ наибольшимъ распространенiемъ пользуются полевые шпаты.

Первоначально натрiй получался **возстановленiемъ** соды углемъ или, по предложенiю Кастнера, возстановленiемъ ѣдкаго натра углеродистымъ желѣзомъ по реакцiи:

$$3\ NaOH + Fe\ C_2 = 3\ Na + Fe + CO + CO_2 + 3H.$$

Нетто предложилъ возстановлять ѣдкiй натръ въ ретортѣ или отражательной печи на слоѣ раскаленнаго угля.

Электролизъ. Металлическiй натрiй былъ полученъ впервые именно электролитическимъ путемъ. Дэви бралъ платиновую ложечку, расплавлялъ въ ней ѣдкую щелочь (описаннымъ путемъ Дэви получилъ калiй и натрiй) въ атмосферѣ гремучаго газа. Ложечку соединялъ съ анодомъ батареи изъ 100 элементовъ, катодъ которой соединялся съ опущенной въ расплавленную массу платиновой проволокой. При пропусканiи тока ѣдкая щелочь разлагалась съ выдѣленiемъ заключающагося въ ней щелочнаго металла (калiя или натрiя, смотря по тому, какая изъ щелочей была взята для разложенiя).



583. **Приборъ Кастнера для полученiя натрiя.**

Вслѣдствiе большей дешевизны хлористаго натрiя старанiя электрохимиковъ были впослѣдствiи направлены къ полученiю металла изъ этого именно соединенiя. Старанiя эти не увѣнчались, однако, успѣхомъ, такъ какъ, благодаря большой растворимости натрiя въ расплавленной поваренной соли, получалась большая потеря металла, устранить которую оказалось невозможнымъ. Пришлось поэтому вернуться къ предложенному Дэви электролизу ѣдкаго натра и въ настоящее время значительная часть общей добычи натрiя получается этимъ, именно, путемъ, причемъ для электролиза пользуются приборомъ Кастнера.

Приборъ Кастнера (см. фиг. 583) состоитъ изъ желѣзнаго цилиндра *A*, въ который наливается расплавленный ѣдкiй натръ. Цилиндръ окруженъ кладкой *R* и нагрѣвается газовыми горѣлками *G*, что необходимо для поддержанiя массы въ расплавленномъ состоянiи. Къ дну цилиндра придѣлана труба *B*, черезъ которую пропущенъ стержень *H*, соединенный помощью хомута съ отрицательнымъ проводникомъ тока отъ динамомашины. Промежутокъ между стержнемъ *H* и трубою *B* залитъ расплавленнымъ ѣдкимъ натромъ, который черезъ нѣкоторое время застываетъ и образуетъ непроницаемую для расплавленной массы задѣлку дна цилиндра. Анодомъ служитъ цилиндръ *F*, опущенный въ ванну черезъ открытый верхнiй край цилиндра *A* и частью закрывающiй его своими закраинами. $+I$ — положительный, $-L$ отрицательный проводники тока. Оба электрода дѣлаются металлическими, такъ какъ здѣсь нѣтъ опасности перехода металла въ ванну. Электроды отдѣлены другъ отъ друга сѣтчатымъ цилиндромъ *M*, который наверху заканчивается трубой *C*, подвѣшенной закраинами къ крышкѣ цилиндра *T*, служащаго анодомъ. Труба закрыта крышкою *N*, не слишкомъ плотно прилегающей къ закраинамъ трубы, чтобы дать свободный выходъ выдѣляющемуся на катодѣ водороду, который поднимается кверху по трубѣ *C* и выходитъ

наружу. На анодѣ выдѣляется кислородъ и черезъ отверстіе *P* въ закраинѣ цилиндра выходитъ наружу. Натрій поднимается въ трубѣ *C* на поверхность ѣдкаго натра, снимается съ нея продыравленными желѣзными ложками и отливается въ формы. Въ стѣнкахъ различныхъ частей прибора находятся асбестовыя прокладки, которыя изолируютъ ихъ другъ отъ друга.

* *
*

Натрій (*Na*, атомный вѣсъ 23, уд. в. 0,974) представляетъ собою бѣлый, въ свѣжемъ изломѣ сильно блестящій металлъ, мягкій при обыкновенной температурѣ, плавящійся при температурѣ 96,5° и испаряющійся около 900°. Съ другими щелочными и нѣкоторыми тяжелыми металлами натрій даетъ сплавы, нѣкоторые изъ которыхъ, каковы, напримѣръ, амальгама натрія — сплавъ его съ ртутью, а равно и сплавы съ цинкомъ и оловомъ находятъ себѣ примѣненіе въ техникѣ. Натрій хорошо растворяется въ безводномъ аммiакѣ, образуя растворъ голубого цвѣта. На воздухѣ и особенно влажномъ натрій легко окисляется, тѣмъ не менѣе его можно плавить въ сухихъ сосудахъ, если только температура нагрѣванія не слишкомъ превышаетъ температуру плавленія металла. Будучи зажженъ въ струѣ сухого и лишеннаго углекислоты воздуха, натрій горитъ съ образованіемъ перекиси натрія $Na_2 O_2$. Натрій соединяется крайне энергично и съ большинствомъ другихъ металлоидовъ. Вода разлагается натріемъ крайне энергично съ образованіемъ гидрата окиси натрія (Na O H — ѣдкій натръ). Кислоты еще энергичнѣе растворяютъ натрій, образуя съ нимъ соли, громадное большинство которыхъ легко растворимо въ водѣ. Такъ какъ натрій легко растворяется водою даже при небольшомъ содержаніи влажности въ атмосферномъ воздухѣ, то сохранять металлъ лучше всего въ жидкостяхъ, лишенныхъ кислорода, какъ, напримѣръ, въ нефти.

Въ лабораторіи натрій примѣняется какъ сильный возстановитель, выдѣляющій большинство элементовъ изъ ихъ соединеній съ кислородомъ.

Въ новѣйшее время натрій находитъ себѣ довольно обширное примѣненіе, какъ матеріалъ для приготовленія перекиси натрія и для приготовленія ціанистыхъ соединеній калія. Перекись примѣняется во многихъ химическихъ процессахъ, гдѣ она замѣняетъ собою перекись водорода и барія, а ціанистыя соединенія находятъ обширный сбытъ на заводы для извлеченія химически связаннаго золота. Изъ другихъ примѣненій натрія заслуживаютъ упоминанія примѣненіе его для полученія чистаго ѣдкаго натра, для возстановленія различныхъ органическихъ соединеній при приготовленіи анилина и какъ возстановителя для полученія рѣдкихъ и трудно возстановляемыхъ элементовъ.

Именной и предметный указатель.

Цифры обозначают страницы.

Р. К.

Исторія земли, проф. ***М. Неймайра.*** Полн. пер. со 2-го, переработ. и дополн. проф. *Улигомъ* изданія, съ обширн. дополн. по геолог. Россіи и библіогр. указат. по русск. литературѣ, подъ общ. ред. заслуж. проф. *А. А. Иностранцева.* Съ 1129 рис., 4 карт. въ краск., 22 хромолитогр. и 12 рѣз. на дер. картин.

Рекомендовано *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній.*

Рекомендовано *Учебнымъ Комитетомъ, состоящимъ при Собственной* ***Его Императорскаго Величества*** *Канцеляріи по учрежденіямъ* ***Императрицы Маріи,*** *для фундаментальныхъ библіотекъ среднихъ учебныхъ заведеній Вѣдомства, какъ одно изъ капитальнѣйшихъ и строго научныхъ сочиненій по отдѣлу естествознанія.*

Рекомендована *Главнымъ Управленіемъ военно-учебныхъ заведеній.*

30 вып. по 50 коп. — За все изданіе 12 р. 80 к. — Въ 2 роскошн. полукож. перепл. | 15 | —

Жизнь растеній, проф. ***А. Кернера фонъ-Марилаунъ.*** Пер. съ дополн. и библіографич. указат. со 2-го совершенно вновь переработ. и дополн. изданія прив.-доц. А. Генкеля и В. Траншеля, подъ ред. заслуж. проф. *И. П. Бородина.* Съ 2100 рис., 1 карт. въ краск., 21 рѣз. на дер. картин. и 40 хромолитогр.

Рекомендовано *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для учительскихъ библіотекъ тѣхъ учебныхъ заведеній, гдѣ преподается естествознаніе, и*

Одобрено *для ученическихъ, старшаго возраста, библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ.*

30 вып. по 50 коп. — За все изданіе 12 р. 80 к. — Въ 2 роскошн. полукож. перепл. | 15 | —

Народовѣдѣніе, проф. ***Фридр. Ратцеля.*** Полн. пер. съ оч. обширными оригин. дополнен. со 2-го соверш. переработ. изданія проф. *Д. А. Коропчевскаго.* Съ 1103 рис., 6 карт. въ краск., 30 хромолитогр. и 26 черн. картин.

Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія *признано вполнѣ цѣлесообразнымъ* ***допустить*** *это сочиненіе въ ученическія, старшаго возраста, библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній Министерства и въ библіотеки учительскихъ институтовъ и семинарій, а также и въ ученическія библіотеки городскихъ училищъ.*

36 выпусковъ по 35 коп. — Въ 2 роскошн. полушагрен. перепл. . . . . | 15 | —

Происхожденіе животнаго міра, проф. ***В. Гааке.*** Полн. пер. д-ра М. Е. Ліона, подъ ред. д-ра зоол. проф. *Ю. Н. Вагнера.* Съ 469 рис., 1 карт. въ краск., 9 рѣз. на дер. картин. и 11 хромолитогр.

Одобрено *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ всѣхъ средне-учебныхъ заведеній Министерства, и въ особенности тѣхъ изъ нихъ, гдѣ преподается естествовѣдѣніе.*

15 вып. по 50 коп. — За все изданіе 6 руб. — Въ роскошн. полукожан. перепл. | 7 | —

Человѣкъ, проф. ***І. Ранке.*** Полн. пер. со 2-го нѣм. изд. д-ра М. Е. Ліона и д-ра мед. Берлинск. университета А. Л. Синявскаго, подъ ред. проф. ***Д. А.*** *Коропчевскаго.* Съ 1398 рис., 6 карт. въ краск. и 35 хромолитогр.

30 вып. по 50 коп. — За все изданіе 12 руб. — Въ 2 роскошн. полукож. перепл. | 14 | 20

Жизнь животныхъ Брэма. *Полн. пер. со 2-го нѣм. изд. подъ ред. проф.* ***А. С. Догеля*** и ***П. Ф. Лесгафта.*** Съ 1179 рис., 30-ю хромолитогр., 50 черн. картин. и 1 карт. въ краск.

Одобрено *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для ученическихъ, старшаго возраста, библіотекъ всѣхъ средне-учебныхъ заведеній, библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій и городскихъ училищъ и для выдачи въ награду ученикамъ старшихъ классовъ, а также и для безплатныхъ народныхъ читаленъ и библіотекъ.*

60 выпусковъ по 35 коп. — Въ 3 роскошн. полушагрен. перепл. по . . . . . . | 8 | —

Подробные иллюстрированные проспекты высылаются по требованію безплатно, первые выпуски для ознакомленія за 6 семикоп. марокъ. Допускается разсрочка платежа.

Новыя сочиненія по всемірной географіи.

	Р.	К.
Земля и жизнь. *Сравнительное землевѣдѣніе.* Проф. ***Ф. Ратцеля.*** Полный перев. подъ редакц. ординарн. проф. Императорск. Казанск. универс. *П. И. Кротова.* Съ 400 рис. въ текстѣ, 20 картами въ краскахъ и 40 таблицами (хромолит. и черн. картин.). 30 выпусковъ по 50 коп. — Въ двухъ роскошн. полукожан. перепл.	17	—
Африка. Проф. ***В. Сиверса*** и ***Ф. Гана.*** Полн. перев. съ совершенно переработан. 2-го изданія *Д. А. Коропчевскаго.* 200 художеств. иллюстр. въ текстѣ, 11 картъ въ краск. и 21 хромолитогр., геліограв. и черн. картины. 15 выпусковъ по 50 коп. — Въ роскошн. полукожан. перепл.	8	50

Всемірная библіотека.

Собранія сочиненій знаменитѣйшихъ иностранныхъ и русскихъ писателей.

	Р.	К.
Пушкинъ, А. С. *Полное собраніе сочиненій.* Съ 30 художествен. приложеніями. Ред. ***П. О. Морозова.*** 8 томовъ въ изящн. коленк. перепл.	9	—
Лермонтовъ, М. Ю. *Полное собраніе сочиненій.* Съ 15 художествен. приложеніями. Ред. ***А. И. Введенскаго.*** 4 тома по 75 коп., въ изящн. коленкор. перепл.	5	—
Помяловскій, Н. Г. *Полное собраніе сочиненій.* Съ портретомъ и біографіею автора, составленною ***И. А. Благовѣщенскимъ.*** *Девятое изданіе.* ***Допущено*** *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія въ ученическія, старшаго возраста, библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній Министерства и въ безплатныя народныя читальни и библіотеки.* Большой томъ 2 руб. 75 коп., въ изящн. коленкор. перепл.	3	75
Гейне, Генрихъ. *Полное собраніе сочиненій.* Съ худож. прилож. Ред. проф. ***П. И. Вейнберга.*** 8 томовъ по 1 руб. 75 коп., въ изящн. коленкор. пер.	20	—
Крыловъ, И. А. *Полное собраніе сочиненій.* Съ художествен. приложеніями. Ред. ***В. В. Каллаша.*** 4 тома въ изящн. коленкор. перепл.	5	—

Новыя популярно-научныя сочиненія.

	Р.	К.
Вселенная и человѣчество. *Чудеса природы и произведенія человѣка.* Проф. ***Г. Крэмера.*** Полный перев. подъ редакц. проф. *А. С. Догеля.* Съ 2000 рисунковъ, черныхъ и въ краскахъ, и многочисленными приложеніями fac-simile 100 выпусковъ . . . . по		40
Исторія искусства *всѣхъ временъ и народовъ.* Проф. ***К. Вёрмана.*** Пер. подъ ред. старш. хранит. Императорск. Эрмитажа *А. И. Сомова.* Съ 1500 худож. иллюстр. въ текстѣ, 80 геліогр. и рѣз. на дер. черн. картин. и 50 хромолитогр. 60 выпусковъ по 40 коп. или 3 больш. тома въ роскошн. полукож. перепл. . . . по	9	—
Красота формъ въ природѣ. Проф. ***Э. Геккеля.*** Полн. пер. подъ редакц. проф. Спб. университ. *А. С. Догеля.* 100 больш. табл. съ описательн. текст. 20 выпусковъ по 1 руб. — Въ двухъ изящныхъ коробкахъ	24	—
Исторія человѣчества *(Всемірная исторія).* Составлена извѣстнѣйшими профессорами-спеціалистами подъ общ. ред. ***Г. Гельмольта.*** Полн. пер. съ значит. дополн. для Россіи избранн. русскихъ ученыхъ. Съ 260 отдѣльн. приложен., изъ нихъ 60 хромолитогр., 55 картъ въ краск. и 145 черн. картинъ. 90 выпусковъ по 50 коп. или 9 томовъ въ роскошн. перепл. по	6	—
Книга о здоровомъ и больномъ человѣкѣ. Проф. ***К. Э. Бока.*** *Настольная книга и руководитель семьи.* Съ многими рисунками и 2 хромолитограф. приложеніями. 2 тома по 2 руб., въ изящн. коленкор. перепл.	6	—

Подробные иллюстрированные проспекты высылаются по требованію безплатно, первые выпуски для ознакомленія за 6 семикоп. марокъ. Допускается разсрочка платежа.

| Р. | К. |

Новый способъ лѣченія, ***Настольная книга для здоровыхъ и больныхъ.*** Сочин. *М. Платена.* Полн. перев. подъ ред. д-ра мед. А. П. Зеленкова. Съ приблиз. 600 рис. въ текстѣ, 33 хромолитогр., портрет. автора и 10 разборн. анатомическ. моделями въ краскахъ.

3 тома въ роскошн. перепл. по 5 руб. . . . . 15 | —

Серія сочиненій „Промышленность и техника".

| Р. | К. |

Исторія и современная техника строительнаго искусства. Полн. пер. подъ ред. и съ значит. дополн. по русск. зодчеству съ 9-го нѣм. изд. проф. Института Гражданск. Инж. ***В. В. Эвальда.*** Съ 900 рис. въ текстѣ и 13 отдѣльн. приложен. (хромолитогр. и черн. картин.).

Допущено Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія въ ученическія, старшаго возраста, библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній Министерства, въ библіотеки учительскихъ институтовъ и семинарій, въ учительскія библіотеки низшихъ училищъ и въ безплатныя народныя читальни и библіотеки.

10 выпусковъ по 50 коп. — За все изданіе въ роскошн. полукожан. перепл. . . . 6 | —

Силы природы и ихъ примѣненія. Полн. пер. съ IX нѣм. изданія проф. Технологич. Института Николая I ***Н. А. Гезехуса.*** Съ 950 рис. и 3 прилож.

10 выпусковъ по 50 коп. За все изданіе въ роскошн. полукож. перепл. . . . 6 | —

Электричество, его добываніе и примѣненія въ промышленности и техникѣ. Полн. пер. подъ ред. и съ значительн. дополн. съ IX нѣм. изд. проф. Электротехн. Института Александра III ***В. В. Скобельцына.*** Съ 900 рис. и 12 прилож.

10 выпусковъ по 50 коп. За все изданіе въ роскошн. полукож. перепл. . . . 6 | —

Сельское хозяйство и обработка важнѣйшихъ его продуктовъ. Полн. пер. съ IX-го нѣм. изд. подъ ред. и съ дополн. проф. Спб. Лѣсного Института ***В. И. Ковалевскаго.*** Съ 600 рис. и 9 прилож. (цвѣтн. и черн. картин.).

10 выпусковъ . . . . по — | 50

Горное дѣло и металлургія. Полн. пер. съ IX нѣм. изд. съ измѣнен. и обширн. дополн., подъ ред. проф. Спб. Горн. Института ***И. В. Мушкетова*** и ***В. И. Баумана.*** Съ 600 рис. и 12 приложен. (цвѣтн. и черн. картин.).

10 выпусковъ по 50 коп. За все изданіе въ роскошн. полукожан. перепл. . . . 6 | —

Технологія металловъ. Полн. пер. съ 9-го нѣм. изд. съ значит. дополн. и подъ ред. проф. Спб. Горн. Института Екатерины II ***А. Н. Митинскаго.*** Съ 1600 рис. и 6 прилож. (черн. картин.).

10 выпусковъ . . . . по — | 50

Обработка камней и земель и технологія химическихъ производствъ. Полн. пер. съ 9-го нѣм. изд. подъ ред. проф. Института Гражданскихъ Инж. ***В. В. Эвальда.*** Съ 1000 рис. и 3 прилож. (хромолитогр. и черн. картин.).

10 выпусковъ . . . . по — | 50

Подробные иллюстрированные проспекты высылаются по требованію безплатно, первые выпуски для ознакомленія за 6 семикоп. марокъ. Допускается разсрочка платежа.

Популярно-научные альбомы картинъ по географіи и естествознанію.

Р. К.

Альбомъ картинъ по географіи Европы. Поясннт. текстъ д-ра ***А. Гейстбека.*** Пер. съ дополн. преподават. географіи *А. П. Нечаева*, съ предислов. *Д. А. Коропчевскаго.* 75 стр. текста и 233 отдѣльн. рѣз. на дер. худож. рис. и картинъ.

Одобренъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для ученическихъ библіотекъ гимназій, реальныхъ училищъ, учительскихъ институтовъ и семинарій и городскихъ училищъ.*

Допущенъ *въ безплатныя народныя читальни и библіотеки.*

Одобренъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ для библіотекъ подвѣдомственныхъ Министерству Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ учебныхъ заведеній.*

Одобренъ *Учебнымъ Комитетомъ Министерства Финансовъ, какъ полезное пособіе при изученіи географіи въ коммерческихъ учебныхъ заведеніяхъ Вѣдомства Министерства Финансовъ.*

Одобренъ *Учебнымъ Комитетомъ при Собственной* ***Его Императорскаго Величества*** *Канцеляріи по учрежденіямъ* ***Императрицы Маріи*** *для пріобрѣтенія въ ученическія библіотеки средняго и старшаго возрастовъ среднихъ учебныхъ заведеній и старшаго возраста Маріинскихъ училищъ Вѣдомства учрежденій* ***Императрицы Маріи.***

Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ . . . . 1 | 50

Альбомъ картинъ по географіи внѣевропейскихъ странъ. Описательный текстъ д-ра ***А. Гейстбека.*** Полн. пер. преподават. учительск. Института въ Спб. *А. П. Нечаева*, съ предислов. проф. *Д. А. Коропчевскаго.* 85 стр. текста и 314 отдѣльн. рѣз. на дер. худож. рис. и картинъ.

Одобренъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для ученическихъ библіотекъ гимназій, реальныхъ училищъ, учительскихъ институтовъ и семинарій и городскихъ училищъ Вѣдомства Министерства Народнаго Просвѣщенія.*

Допущенъ *въ безплатныя народныя читальни и библіотеки.*

Одобренъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ для библіотекъ подвѣдомственныхъ Министерству Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ учебныхъ заведеній.*

Одобренъ *Учебнымъ Комитетомъ Министерства Финансовъ, какъ полезное пособіе при изученіи географіи въ коммерческихъ учебныхъ заведеніяхъ Вѣдомства Министерства Финансовъ.*

Одобренъ *Учебнымъ Комитетомъ при Собственной* ***Его Императорскаго Величества*** *Канцеляріи по учрежденіямъ* ***Императрицы Маріи*** *для пріобрѣтенія въ ученическія библіотеки средняго и старшаго возрастовъ среднихъ учебныхъ заведеній и старшаго возраста Маріинскихъ училищъ Вѣдомства учрежденій* ***Императрицы Маріи.***

Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ . . . . 1 | 75

Альбомъ картинъ по зоологіи млекопитающихъ. Описат. текстъ проф. д-ра ***В. Маршалля.*** Пер. съ нѣм. зоол. музея Императ. Академ. Наукъ *Г. Г. Якобсона* и *Н. Н. Зубовскаго*, съ предислов. проф. *Ю. Н. Вагнера.* 84 стр. текста съ 258 отдѣльн. рѣз. на дер. черн. рис.

Рекомендованъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній, для ученическихъ старшаго возраста библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій и для учительскихъ библіотекъ низшихъ училищъ.*

Допущенъ *въ безплатныя читальни.*

Одобренъ *Ученымъ Комитетомъ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ для библіотекъ среднихъ сельско-хозяйственныхъ учебныхъ заведеній.*

Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ . . . . 1 | 75

Подробные иллюстрированные проспекты высылаются по требованію безплатно, первые выпуски для ознакомленія за 6 семикоп. марокъ. Допускается разсрочка платежа.

	Р.	К.
Альбомъ картинъ по зоологіи птицъ. Описат. текстъ проф. д-ра ***В. Маршалля.*** Пер. съ нѣм. зоол. музея Императ. Академ. Наукъ *Г. Г. Якобсона* и *Н. Н. Зубовскаго*, съ предислов. проф. *Ю. Н. Вагнера.* 76 стр. текста и 238 отдѣльн. рѣз. на дер. черн. рис. на 134 табл. ***Рекомендованъ*** *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній Министерства, для ученическихъ, старшаго возраста, библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій и для учительскихъ библіотекъ низшихъ училищъ.* ***Допущенъ*** *въ безплатныя читальни.* Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ	1	75
Альбомъ картинъ по зоологіи рыбъ. Описат. текстъ профес. д-ра ***В. Маршалля.*** Полн. пер. зоол. музея Императ. Академ. Наукъ *Г. Г. Якобсона* и *Н. Н. Зубовскаго.* 76 стр. текста и 208 отдѣльн. рѣз. на дер. худож. рис. ***Рекомендованъ*** *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній Министерства, для ученическихъ, старшаго возраста, библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій и для учительскихъ библіотекъ низшихъ училищъ.* ***Допущенъ*** *въ безплатныя народныя читальни и библіотеки.* Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ	1	75
Альбомъ картинъ по зоологіи низшихъ животныхъ. Описат. текстъ проф. д-ра ***В. Маршалля.*** Пер. зоол. музея Императ. Академ. Наукъ *Г. Г. Якобсона.* Ок. 70 стр. текста и 292 отдѣльн. рѣз. на дер. худож. рис. и картинъ. Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ	1	75
Альбомъ картинъ по географіи растеній. Съ описат. текст. д-ра ***М. Кронфельда.*** Полный пер. прив.-доц. Спб. университета *А. Г. Генкеля.* Ок. 80 стр. текста и 216 отдѣльн. рѣз. на дер. и вытравл. на мѣди худож. рис. по фотогр. на 116 стр. Въ изящномъ коленкоровомъ переплетѣ	1	75
Школьный атласъ картинъ изъ „Жизни животныхъ" Брэма. ***Отдѣлъ зоологіи.*** Картины расположены на 55 таблицахъ въ систематическомъ порядкѣ. Большой альбомъ in folio въ папкѣ	1	75

На складѣ Товарищества находятся:

Новое Искусство *(Ars Nova).* ***Выдающіяся художественныя произведенія 1901 г.*** Вступит. статья *Н. Н. Кравченко.* 45 геліогравюръ in folio на слоновой бумагѣ. *Цѣна* 1 экз. въ роскош. перепл. *60 руб.*

Жизнь бабочекъ, проф. ***Штандфусса.*** Пер. и дополн. подъ ред. *Н. Я. Шевырева.* Съ 200 рисунковъ. *Цѣна 2 р. 50 к.*
Рекомендовано *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ тѣхъ средне-учебныхъ заведеній, гдѣ преподается естествовѣдѣніе, а равно и учительскихъ институтовъ и семинарій.*

Хрестоматія для устн. и письм. сочинен. съ приложен. 15 картинъ. Составили преподаватели ***В. П. Куницкій*** и ***А. Л. Погодинъ.*** *Цѣна 60 коп.*

Русская лира, *Сборникъ произведеній русской художеств. лирики. Цѣна 1 р. 50 к.*
Одобрено *Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія для фундаментальныхъ библіотекъ среднихъ учебныхъ заведеній.*

Стихотворенія и проза. *Ивана Рукавишникова.* ***Книга первая.*** *Второе изданіе.* Иллюстрировано. *Цѣна 2 руб.*

Стихотворенія. *Ивана Рукавишникова.* ***Книга вторая.*** Иллюстрировано. *Цѣна 1 руб. 80 коп.*

Всѣ рисунки, карты и хромолитографіи нашихъ изданій исполнены лучшими художниками и изготовлены по нашему заказу, ***въ*** *Лейпцигѣ,* ***Библіографическимъ*** *Институтомъ и фирмой Отто Шпамеръ.*

Допускается самая широкая разсрочка платежа; условія разсрочки высылаются по требованію безплатно.

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 14 августа 1902 г. Типогр. Т-ва „Просвѣщеніе". Спб., 7 рота, соб. д. № 20.